ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AVRIL 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MM. les **Astronomes** venus à Paris, pour prendre part aux travaux du *Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel,* sont présents à la séance.

M. le **Président** leur souhaite la bienvenue au nom de l'Académie, qui s'est intéressée si vivement dès l'origine à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome XXXIII (2e série) des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences* est en distribution au Secrétariat.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Reconnaissance des couches supérieures du calcium et de l'hydrogène dans l'atmosphère solaire et des mêmes filaments noirs dans les deux couches.* Note de MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja.**

Nous avons obtenu l'année dernière les premières images de la couche supérieure du calcium dans l'atmosphère solaire ([1]). Cette couche correspond à la raie noire fine K_3 qui a pu être isolée seule avec un grand spectrohéliographe et bien séparée des raies voisines K_2 et K_1 qui représentent les couches moyenne et basse de la même vapeur. Jusqu'alors les nombreux

([1]) Voir *Comptes rendus,* t. CXLVII, p. 334, et aussi même Tome, p. 467 et 1016.

spectrohéliographes, employés journellement avec les raies H ou K du calcium, ne parvenaient à isoler que l'ensemble des composantes K_2 et K_3, auxquelles s'ajoutait parfois une petite portion de la troisième composante K_1; dans ces conditions l'image, appelée image K_{23}, était complexe, et l'on pouvait la considérer comme représentant surtout la couche moyenne K_2, en général plus brillante que la couche K_3.

Avec le grand appareil de Meudon, il a été possible d'avoir l'image de la couche K_3 et aussi celle de la couche K_2, bien pures et débarrassées de toute lumière étrangère. Le résultat est intéressant surtout pour la couche K_3 qui est nouvelle et représente, semble-t-il, la couche gazeuse la plus élevée de l'atmosphère solaire; puisque la raie K_3 correspondante est, au bord solaire, plus haute que toutes les autres et même que la raie rouge H_α de l'hydrogène. L'image K_3 se distingue nettement des couches K_2 et K_1; en particulier elle est caractérisée par ce que nous avons appelé des *filaments*, c'est-à-dire par des lignes noires, souvent très noires et très longues, qui se détachent sur le fond brillant, d'autant plus frappantes que les taches noires de la surface font défaut ou sont invisibles.

D'autre part Hale, aussi l'année dernière, avec des plaques nouvelles sensibles au rouge, a réalisé au mont Wilson l'image monochromatique de l'hydrogène par l'isolement de la raie H_α (1); jusqu'alors, les autres raies du même gaz, auquel Hale s'attache depuis 1903, avaient seules donné un résultat avec le spectrohéliographe. Les images de la raie rouge sont magnifiques, très riches en détails, et c'est sur elles que leur auteur reconnaît un mouvement tourbillonnaire autour des taches (2). Elles sont présentées par lui d'ailleurs comme représentant la couche supérieure de l'atmosphère; mais

---

(1) *Astrophysical Journal*, t. XXVIII, p. 100.

(2) En présentant ses belles images de H_α, Hale remarque que les images du calcium ont été incapables de déceler des courants définis dans l'atmosphère solaire. Cette assertion est, à notre avis, exagérée. Si l'on obtient l'image de K_{23} avec une seconde fente très large, comme au mont Wilson, les petites différences des parties s'effacent; mais, avec une seconde fente, fine, des directions nettes de matières apparaissent, et à l'appui nous pourrions citer de nombreux exemples tirés de notre collection. Avec les images K_3, les lignes de courants sont encore plus nettes; en particulier, les rayons ou spires noires qui décèlent le tourbillon et son sens dans l'image H_α se retrouvent dans l'image K_3; cependant l'image H_α, dans l'ensemble, donne plus nettement l'impression d'un tourbillon. Des remarques analogues ont été faites déjà par Philip Fox (*Astrophysical Journal*, t. XXVIII, p. 257).

Parfois aussi, le sens du tourbillon est douteux, la tache offrant des spires de directions opposées. On a alors l'impression d'un liquide en mouvement désordonné, plutôt que l'impression d'un tourbillon proprement dit.

les preuves à l'appui de cette assertion n'ont pas la netteté signalée plus haut pour la raie K_3 du calcium; car la raie rouge n'a pas, comme les raies H et K du calcium, trois composantes renversées bien distinctes. Au premier abord, il est vrai, elle a l'aspect d'une raie noire simple, mais, comme l'a annoncé Rowland, elle est faiblement double et renversée, sa largeur atteignant $0^A,96$ et $1^A,24$ avec la partie dégradée. Or, l'appareil du mont Wilson, d'après les épreuves envoyées à Paris, isole la raie entière large de 0,9 angström; ou même la seconde fente a une largeur encore plus grande.

Nous nous sommes proposé de comparer les images de K_3 et de H_α, et avec le grand spectrohéliographe de Meudon, à prismes ou à réseau, décrit dans une Note précédente (voir même Tome, p. 968), le but principal étant la reconnaissance des filaments noirs qui s'annoncent comme ayant une grande importance.

Nous avons employé pour la raie K_3 la disposition à trois prismes et à deux fentes. L'image finale, avec une chambre de 3^m, a un diamètre de 82^{mm}, et la pose nécessaire varie de 10 à 20 minutes, la raie K_3 étant contenue tout entière dans la seconde fente.

Avec la raie rouge α, le spectrohéliographe à réseau, qui se substitue très vite au précédent, a été adopté; le spectre de premier ordre, seul utilisé, a une dispersion encore assez grande et la seconde fente isole seulement le tiers ou le quart de la raie rouge et en son centre. Le diamètre de l'image et la pose sont à peu près les mêmes que pour la raie précédente.

Depuis le commencement de l'année, toutes les fois que le temps l'a permis, on a fait ainsi une épreuve avec chacune des deux raies à des intervalles aussi rapprochés que possible.

Or, d'une manière générale, lorsque le centre de la raie est bien isolé, les filaments bien nets et noirs de K_3 se retrouvent dans H_α et inversement, à part quelques différences dans la longueur, la largeur et l'intensité. Ce résultat montre une fois de plus leur grande importance, que l'un de nous a présentée comme égale à celle des taches.

Quant aux lignes moins apparentes appelées par nous *alignements* et qui constituent une sorte de réseau, jusqu'à présent nous ne les avons bien reconnues que dans les images K_3; mais peut-être la netteté et la grandeur de nos images H_α ne sont pas suffisantes.

Quelques filaments ont été, comme on sait, signalés brièvement et accidentellement par Hale dans les images H_{23} et dans les images de l'hydrogène; de notre côté, nous avons indiqué les plus intéressants qui apparaissent sur les épreuves K_{23} de notre collection commencée en 1893. Mais ces objets singuliers, qui appartiennent aux couches supérieures de

l'atmosphère, ne se montrent complets et bien nets que sur les images K_3. Hale les a appelés *longs flocculi noirs du calcium;* or ils se distinguent à tous égards des autres flocculi, et il convient de leur donner un nom spécial, tel que *filament,* le choix définitif devant être arrêté, après discussion, dans un congrès international.

Lorsque le filament est mince et long, le nom est certes excellent; mais parfois le filament est large, d'une largeur comparable à sa longueur, comme par exemple le 5 avril dernier, dans le quadrant Nord-Ouest; on a là une plage plutôt qu'un fil. Cependant, sur une de nos épreuves de ce jour faites avec une longue pose, la plage apparaît formée par un fil noir replié plusieurs fois sur lui-même. Le fait est curieux et, s'il est général, si toutes les plages noires ont la même constitution, il n'y a aucune objection au mot *filament* que nous avons adopté provisoirement.

Hale appelle aussi *flocculi noirs* les plages faculaires qui, souvent avec l'hydrogène, sont noires par rapport au fond, comme il l'a annoncé en 1903, alors qu'elles sont, comme on sait, toujours brillantes avec le calcium ; d'où un premier désaccord net avec les filaments qui sont noirs sur toutes les images. Il y a encore d'autres différences.

Les épreuves de l'hydrogène à Meudon ont cette particularité qu'elles sont obtenues avec un appareil puissant qui permet d'isoler successivement les différentes parties de la raie. Le spectrohéliographe de Meudon a une dispersion au moins deux fois plus grande que celui du mont Wilson, et la seconde fente, d'abord en nickel, a été remplacée par une fente qui est tracée sur une lame de verre argentée, et qui, étant sans épaisseur, isole mieux. Or, en fait, les images sont différentes lorsqu'on isole le milieu de la raie, les moitiés rouge et violette, et les bords brillants qui les enserrent. Les filaments noirs ne se montrent complets et nets que sur l'image du centre de la raie, et les plages faculaires noires n'apparaissent bien que sur les autres images obtenues avec les bords de la raie. Si, de plus, avec un spectro-enregistreur dit *des vitesses,* on photographie la raie entière et ses alentours, on reconnaît que la raie noire, sur tout le disque, a des largeurs variables pour des points voisins et parfois dans le rapport de 2 à 3 ([1]). Il en résulte un trouble particulier des images, inhérent au spectrohéliographe,

---

([1]) Les bords brillants de la raie noire, de chaque côté, et surtout du côté rouge, paraissent plus brillants que le spectre continu voisin, et semblent correspondre aux deux composantes brillantes de H_α dans la chromosphère extérieure au bord solaire. Ces bords brillants sont peut-être à rapprocher des deux composantes brillantes K_{2r} et K_{2v} de la raie K_2. Cette étude devra être reprise avec des appareils très dispersifs.

qui ne peut, avec une fente de largeur constante, isoler complètement une raie noire de largeur variable.

En résumé, les images de l'hydrogène obtenues jusqu'ici, fort intéressantes d'ailleurs, étaient le mélange d'images différentes et représentaient, comme l'image K_{23} du calcium, le mélange de couches différentes. Si l'on veut avoir la couche supérieure seule, il faut isoler seulement le centre même de la raie noire. Alors apparaissent les filaments noirs de la couche K_3, avec, en plus, quelques lignes et plages brillantes qui correspondent aux arêtes et aux points particulièrement brillants dans les plages faculaires brillantes de K_3.

Les filaments noirs, qui se retrouvent les mêmes avec l'hydrogène et le calcium, sont le caractère principal des couches supérieures dans l'atmosphère du Soleil.

PHYSIQUE. — *Lenteur de la transformation spontanée de la variété instable aux basses températures de certains corps dimorphes.* Note de M. D. GERNEZ.

Les corps simples ou composés susceptibles d'affecter des formes différentes peuvent être, le plus souvent, amenés de l'une à l'autre par des variations de température. Telle forme stable aux basses températures se transforme en l'autre aux températures élevées et reprend, par refroidissement, sa forme initiale. Il arrive quelquefois que la transformation se produit subitement dès que le corps atteint une température déterminée et que le changement inverse se produit lorsque le refroidissement fait repasser le corps par cette température, qu'on appelle *point normal de transformation.* Cet effet se produit toujours, si le corps à transformer est mis en contact à cette température avec une parcelle cristalline de la forme différente. A défaut de cette influence, il arrive assez souvent que la forme stable à basse température persiste à des températures supérieures au point normal de transformation : c'est le phénomène de la *surchauffe cristalline,* que présente le soufre orthorhombique qu'on peut faire naître et persister au delà de 97°,6, point normal de transformation de cette forme en prisme clinorhombique. D'autre part, lorsqu'on abaisse la température du corps au-dessous du point normal de transformation, il peut arriver qu'il conserve sa forme aux températures où l'autre forme est stable : c'est le phénomène de la *surfusion cristalline,* que présente le soufre clinorhombique refroidi au-

dessous de 97°,6 et qui peut persister longtemps aux basses températures.

Les observations que j'ai eu l'occasion de faire m'ont permis de constater qu'il est des corps pour lesquels la surfusion cristalline persiste, en l'absence de la forme stable, pendant des mois et même pendant un certain nombre d'années. Je vais indiquer, comme exemples, les cas de l'iodure mercurique et de l'iodure thalleux.

Iodure mercurique. — Ce corps peut affecter deux formes cristallines : il est quadratique et rouge aux températures inférieures à 126° et peut être transformé aux températures supérieures en cristaux orthorhombiques jaunes. Quelle que soit la variété rouge ou jaune qu'on vaporise, j'ai démontré antérieurement (¹) que les vapeurs recueillies sur un corps chauffé, soit au-dessus, soit au-dessous de 126°, seront toujours de la forme jaune, instable au-dessous du point de transformation. Je me suis servi, à cet effet, d'une sorte de tube vertical *chaud et froid*. Les cristaux d'iodure mercurique placés au fond du tube étaient chauffés par un bain extérieur. Les vapeurs qu'ils émettaient dans le milieu vide d'air étaient recueillies sur l'extérieur d'un tube placé dans l'axe de l'appareil et au fond duquel on amenait le liquide froid qui s'y renouvelait d'une manière continue.

1° *Expériences faites en chauffant le bain ambiant à une température supérieure à* 126°. — Le bain extérieur étant à 152°, les cristaux d'iodure rouge sont devenus jaunes et ont émis des vapeurs qui se sont condensées sur le tube froid, à l'intérieur duquel circulait d'une manière continue un courant d'eau qui sortait à 20°. Après 20 minutes de chauffe, le tube froid était couvert de cristaux jaunes. On a cessé de chauffer en laissant passer le courant d'eau froide jusqu'au retour du bain ambiant à la température ordinaire.

Au bout de quelque temps, il s'est produit dans la région inférieure du tube des cristaux rouges, provenant de la transformation des jaunes, qui s'est propagée aux endroits où la couche était continue. Près de 10 ans plus tard, le 14 avril 1909, il restait sur diverses parties de l'appareil des plages de quelques centimètres carrés, d'un jaune un peu orangé. En les examinant à la loupe, on les trouve constituées par des amas circulaires pour la plupart d'un jaune plus pâle au milieu que sur les bords, et l'on remarque, au centre, un tout petit cristal rouge qui s'est formé aux dépens des jaunes environnants, dont la vapeur est venue se condenser à sa surface, et qui, se trouvant isolé, ne propage pas la transformation. C'est la présence de tous ces petits points rouges qui communique à l'ensemble la couleur orangée que l'on observe. C'est aussi l'isolement de ces cristaux rouges, qui par leur mode de formation ne sont plus au contact des jaunes, qui explique la lenteur de la transformation, laquelle serait plus

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1516, et t. CXIX, p. 1899; *Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XX, p. 384, 1900.

rapide s'il y avait eu, aux basses températures (de 12° à 25°) auxquelles l'appareil a été soumis pendant dix années, continuité entre les cristaux rouges et les cristaux jaunes en lesquels ils se transformaient.

2° *Expériences dans lesquelles le bain ambiant était chauffé à des températures inférieures à 126°, point normal de transformation.*

a. Expérience faite le 6 mars 1899; le tube réfrigérant était en verre. La température du bain extérieur a été maintenue pendant 4 heures vers 54°; le tube réfrigérant était traversé par un courant d'eau à 5°. On a maintenu le courant d'eau froide jusqu'au refroidissement de l'appareil.

Le tube réfrigérant s'est couvert de petits mamelons jaunes parmi lesquels on ne distingua pas, après plusieurs jours, de cristaux rouges. Le 12 juin suivant, on vit poindre quelques cristaux rouges qui rendaient orangée la région où ils s'étaient produits. 10 ans plus tard, le 14 avril 1909, j'ai trouvé une couche de cristaux rouges à l'extrémité inférieure du tube, surmontée d'une couronne *encore jaune*, comme je l'ai constaté en ouvrant le tube, où le vide s'était maintenu depuis le commencement de l'expérience.

b. Expérience faite le 4 mars 1899 : le tube réfrigérant était en verre. Pour éviter l'entraînement de poussières cristallines provenant des cristaux d'iodure mercurique rouge, qui pouvaient s'en détacher pendant que je faisais le vide dans l'appareil, j'ai couvert la couche d'iodure de 4 rondelles superposées de toile de platine à mailles très serrées. Le bain a été chauffé à 98° pendant 7 heures, le courant d'eau qui circulait dans le tube réfrigérant était à 15°. Dès le début une couche jaune uniforme s'étendit sur la surface extérieure du tube refroidi et peu à peu le dépôt jaune de son extrémité se transforma en aiguilles d'un jaune pur qui en hérissait la surface. Les jours suivants quelques-uns des cristaux jaunes se transformèrent en rouges, en commençant par la pointe. Cette transformation fut observée le 24 mars et le 22 décembre 1899; elle s'effectuait avec une extrême lenteur. Le 2 décembre 1902, elle continuait et des pointes rouges visibles à la loupe communiquaient aux régions plus élevées une teinte orangée sur une hauteur de 10^{mm}. Le 14 avril 1909, la hauteur du dépôt non transformé était encore de 4^{mm}. Les cristaux jaunes qui en forment la majeure partie ont donc persisté pendant plus de 10 années, aux températures qui n'ont varié qu'entre 14° et 25°, malgré le voisinage des cristaux rouges, sans se transformer.

c. Expérience faite le 3 mars 1899 : en vue d'obtenir une réfrigération plus rapide de la surface extérieure du tube, j'avais cru nécessaire d'employer un tube mince de platine. La température du bain fut maintenue à 100° pendant 3 heures et demie : le courant d'eau qui traversait le tube de platine en sortait à 13°; il fut maintenu jusqu'au refroidissement complet de l'appareil. Toute la partie inférieure du tube se recouvrit d'une couche jaune sur une longueur de 20^{mm}. Les jours suivants quelques points rouges apparurent, à la partie inférieure du tube, qui augmentèrent lentement de manière à envahir le 22 décembre 1899 quelques millimètres, et le phénomène continua avec le même caractère, de sorte que le 14 avril 1909 il restait une région de 5^{mm} dont la couleur est orangée et où l'on distinguait à la loupe une multitude de cristaux jaunes entourant des petits cristaux rouges.

3° *Expériences faites sur des cristaux provenant de l'évaporation de dissolutions*

à des températures inférieures au point normal de transformation. — J'ai démontré ([1]) que les cristaux d'iodure mercurique obtenus comme résidu de l'évaporation des solutions dans les liquides les plus variés d'iodure mercurique rouge, à toute température inférieure à celle de la transformation, sont des cristaux jaunes instables à la température où on les a produits. Pour cela, entre autres procédés, je préparais des solutions faites avec des dissolvants variés à des températures diverses, toujours inférieures à 126°, et je les versais dans des verres de montre que j'exposais aux vapeurs de liquides en ébullition, eau, alcool, éther, benzène, etc. L'évaporation du dissolvant abandonne des cristaux qui sont toujours jaunes. Si elle est très rapide, les cristaux obtenus peuvent être séparés les uns des autres et se conservent jaunes pendant très longtemps. Il suffit, pour cela, de préserver les verres de montre des poussières du laboratoire en les abritant sous des cloches.

J'ai conservé les verres de montre dans lesquels j'avais, en février 1903, préparé des cristaux jaunes par évaporation, à une température inférieure à 100°, des solutions d'iodure rouge dans l'acide iodhydrique, les alcools éthylique et butylique, l'oxyde d'éthyle, les aldéhydes méthylique et éthylique, l'acide propionique, le diiodométhane, le bromoforme, le bromure d'amyle, le toluène, la phénylhydrazine, la picoline et la quinoléine. Examinés le 25 mars suivant, les cristaux jaunes n'étaient pas transformés. Un nouvel examen, fait le 14 mars 1905, montra qu'il y avait encore sur ces verres un grand nombre de cristaux jaunes, et, le 14 avril 1909, j'ai constaté qu'il en restait encore à transformer, malgré le voisinage des cristaux rouges qui s'étaient formés aux dépens des autres.

Iodure thalleux. — Ce corps a, comme l'iodure mercurique, deux formes interchangeables ([2]) donnant lieu aux mêmes particularités, l'une jaune aux basses températures, l'autre rouge et cubique aux températures élevées. Elle présente aussi la surchauffe cristalline et la surfusion cristalline. Sa température normale de transformation est 168°. J'ai déjà signalé la lenteur avec laquelle les cristaux rouges instables au-dessous de 168° se transforment en iodure jaune, en constatant que des cristaux rouges, préparés le 8 janvier 1902, ne s'étaient pas encore transformés en iodure jaune le 17 février 1904, bien qu'ils aient séjourné sans discontinuer dans un milieu entre les températures de 14° à 25° où la forme jaune est stable. Je vais indiquer des observations plus concluantes encore.

1° Un tube de verre chaud et froid, identique à ceux qui m'ont servi pour les expériences sur l'iodure mercurique et contenant de l'iodure thalleux, a été chauffé, le 30 mars 1900, dans un bain de chlorure de zinc à 300° pendant 1 heure; le tube froid était traversé par un courant d'eau à 15°, il s'est recouvert de cristaux rouges, instables à cette température. Le 18 février 1908 un grand nombre de ces cristaux avaient échappé à la transformation et, le 14 avril 1909, plus de 9 ans après leur préparation, la moitié de la surface initiale était encore couverte de cristaux rouges.

2° Un tube fermé à un bout a été chauffé le 4 juillet 1904 jusqu'à émettre des vapeurs

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1322.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1695, et CXXXIX, p. 278; 1904.

qui se sont condensées sur les parois du tube en cristaux rouges ; il avait une apparence à peine différente le 14 avril 1909.

3° Une lame de verre couverte d'iodure jaune a été chauffée jusqu'à transformation d'une partie en iodure rouge le 28 décembre 1904 ; le 14 avril 1909, la région rouge de 6^{cm} de longueur n'avait pas diminué de 2^{mm}.

Dans toutes ces expériences, la température ambiante n'avait varié qu'entre 14° et 25°. Elles mettent en évidence le mécanisme et la lenteur extrême de la transformation spontanée de l'iodure jaune de mercure et de l'iodure thalleux rouge aux basses températures où ils sont instables.

BIOLOGIE ANIMALE. — *Le « sens de la direction » chez les abeilles.* Note de M. **Gaston Bonnier.**

On sait, depuis bien longtemps, qu'à une certaine distance de sa ruche, qui peut atteindre jusqu'à 3^{km}, une abeille butineuse, ayant achevé sa récolte, retourne directement à son habitation.

D'éminents apiculteurs, tels que Langstroth [1], attribuent ce retour vers la ruche à la perfection des yeux composés des abeilles qui leur permettrait de reconnaître les objets à une très grande distance. D'autres auteurs supposent que les abeilles, en retournant à leur habitation, reconnaissent par la vue les objets qu'elles ont remarqués en s'en allant, et retrouvent ainsi leur chemin. D'autres auteurs ont pensé qu'en allant au loin, ou en retournant à la ruche, les abeilles sont guidées par un odorat très puissant dont le siège réside dans les antennes : « Tous les apiculteurs, dit Dadant [2], ont reconnu que les abeilles, dans leur vol, sont guidées par l'odeur du nectar des fleurs, même quand celles-ci sont à 1^{km} ou 2^{km} de distance. »

Des expériences variées, que j'ai faites ou répétées récemment, prouvent d'une manière très claire que ce n'est ni la vue ni l'odeur qui permettent aux abeilles de franchir directement une distance, ayant pour maximum ordinaire $2^{km},5$, soit pour se rendre à un endroit déterminé, soit pour retourner à leur demeure.

Je parlerai d'abord de la vue :

J'ai répété, en la variant de diverses façons, l'expérience que font les Peaux-Rouges lorsqu'ils veulent chercher dans une forêt l'endroit où se trouve une ruche naturelle afin d'aller y prendre du miel. On sait qu'ils recueillent quelques abeilles qui visitent

(1) Langstroth, *L'Abeille et la ruche,* trad. Dadant, 3e édition, 1908, page 8.

(2) *Ibid.,* page 20.

des fleurs, les prennent dans leur main, puis leur donnent brusquement la liberté en notant la direction dans laquelle les abeilles se dirigent ; ils vont ensuite un peu plus loin et recommencent la même opération très simple : à la jonction des deux directions, ils trouvent la ruche dont étaient sorties les abeilles.

Cette expérience ne résout pas la question ; elle fait voir simplement que les abeilles, troublées dans leur travail par une cause quelconque, retournent à leur ruche si on les laisse s'envoler.

Mais on peut refaire cette expérience de la manière suivante : je recueille un certain nombre d'abeilles à la récolte dans une région étendue où je sais qu'il n'y a qu'un seul rucher. Je place ces abeilles dans une boîte fermée d'où je pourrai les laisser sortir une à une, à volonté. Je me déplace et je me transporte à une grande distance, tout en restant dans un cercle ayant pour centre le rucher et un rayon de 2^{km}.

Arrivé à un endroit quelconque, je rends la liberté à une première abeille ; je note la direction qu'elle a prise et je marque l'endroit d'où je l'ai laissée partir. Je vais un peu plus loin, et j'ouvre de nouveau la boîte en permettant à une seconde abeille de prendre son vol. La position du rucher se trouve à la rencontre des deux directions que les abeilles ont prises en s'envolant.

Or, dans un cas comme dans l'autre, les abeilles étaient enfermées dans la boîte pendant leur transport, et ont été rendues libres à des endroits éloignés de celui où elles butinaient sur les fleurs ; elles n'ont donc pu reconnaître leur trajet par la vue des objets qu'elles auraient remarqués en venant de leur ruche ; et, même en admettant que leurs yeux soient d'un presbytisme perfectionné, elles ne peuvent apercevoir leur rucher à travers les rideaux d'arbres, les bois ou même les coteaux qui les en séparent.

On peut recommencer une semblable expérience, en passant, avec un pinceau, une couche de collodion noirci sur les deux gros yeux composés des abeilles, et même, pour plus de prudence, sur leurs trois petits yeux simples ; les butineuses, ainsi rendues aveugles, se rendent directement vers leurs ruches comme dans le cas précédent.

Ces faits suffisent à montrer que la vue n'est pas nécessaire pour le retour des abeilles au rucher.

Examinons maintenant ce sens localisé dans les antennes et qui est plus ou moins comparable à ce que nous nommons l'*odorat*.

On peut d'abord refaire les expériences classiques de Lefebvre [1] qui

---

[1] A. Lefebvre, *Note sur le sentiment olfactif des antennes* (*Annales de la Société entomologique de France*, 1838).

montrent que l'odeur des diverses substances n'est pas perçue par les abeilles à une grande distance.

Une abeille est occupée à lécher une goutte de sirop de sucre; on approche de sa tête une aiguille trempée dans l'éther; aussitôt l'insecte dirige ses antennes vers l'aiguille et semble donner les signes d'une vive inquiétude. On recommence la même expérience en approchant l'aiguille mouillée d'éther : de l'abdomen de l'abeille, de l'ouverture de ses stigmates, de ses pattes, etc.; on n'observe aucun mouvement spécial des antennes, aucune agitation de l'insecte.

En variant ce mode d'opérer, en recouvrant l'aiguille de substances variées, les résultats sont toujours les mêmes; l'abeille peut, en certains cas, être repoussée par un parfum dont l'odeur nous semble agréable, ou encore ressentir l'odeur d'un corps qui pour nous est inodore; mais c'est toujours à une faible distance que ces odeurs semblent ressenties par l'insecte, si subtil que soit son odorat.

D'ailleurs, qu'arrivera-t-il si l'on supprime les organes qui peuvent percevoir les odeurs? François Huber a montré le premier que, si l'on enlève les antennes de butineuses occupées à la récolte, ces abeilles retournent à leur ruche, bien qu'ensuite elles soient obligées de la quitter, ne pouvant plus se livrer à aucun travail.

Ces faits suffisent pour prouver que le sens de l'odorat n'est pas nécessaire pour le retour des abeilles à leur ruche.

Les expériences suivantes, que je citerai parmi celles que j'ai réalisées dans ces derniers temps, font voir que les abeilles peuvent suivre une direction déterminée presque toujours sans se tromper, fût-ce d'un angle extrêmement aigu.

A 200^m des ruches, dans un terrain découvert, je dispose sur une table un faisceau de branches mortes, enduites de sirop de sucre. Le lendemain matin, les abeilles chercheuses, qui sortent à l'aube, avant le départ des butineuses, ont découvert cette source nouvelle de récolte. Elles organisent un va-et-vient de butineuses entre ce branchage et leur ruche. Le sirop est constamment renouvelé sur les branches. Je marque toutes ces abeilles avec une poudre verte mêlée de talc.

Le soir du même jour, à 6^m de distance de ce branchage, j'en dispose un autre semblable, avec du sirop de sucre sur les branches.

Le lendemain, les chercheuses ont découvert le branchage n° 2; un va-et-vient s'organise entre cette nouvelle source de liquide sucré et le rucher, mais ce ne sont pas les mêmes abeilles qui en font partie. En effet, celles-ci ne sont pas marquées, tandis que les butineuses qui continuent à visiter le branchage n° 1 sont encore reconnaissables à la marque verte que je leur ai mise la veille.

Je continue à renouveler le sirop de sucre sur les deux branchages, et je marque en rouge les abeilles qui viennent sur le branchage n° 2.

Sauf de rares exceptions, les abeilles marquées en vert vont sur le premier branchage et celles marquées en rouge sur le second.

Les abeilles sont donc capables de distinguer deux directions qui forment entre elles un angle très aigu, car en ce cas c'est l'angle au sommet d'un triangle isocèle ayant 6^m de base et 200^m sur chacun des autres côtés.

Si l'on refait la même expérience en écartant les deux branchages de 20^m l'un de l'autre, il n'y a plus aucune exception ; les deux va-et-vient sont absolument indépendants. Si, au contraire, on rapproche les deux branchages à 2^m l'un de l'autre, la plupart des abeilles marquées en vert vont sur le premier, la plupart des abeilles marquées en rouge vont sur le second, mais il y a, en somme, mélange des deux sortes de butineuses.

C'est encore par le *sens de la direction* qu'on peut expliquer un certain nombre de remarques ou d'expériences bien connues des apiculteurs.

On déplace une ruche de quelques mètres : les butineuses, revenant de la récolte, ne retrouvent pas leur ruche et s'accumulent à la place où elle était, même si l'on y a mis un plateau neuf ou un panier quelconque n'ayant pas l'odeur de la ruche. Leurs yeux et leurs antennes sont insuffisants pour leur faire reconnaître leur habitation, qui n'est cependant qu'à quelques pas de là.

L'action de se rendre en un point donné peut persister pendant un temps parfois considérable. Il suffit de citer cette expérience de François Huber, qui a été refaite souvent depuis :

« On avait posé, en automne, du miel sur une fenêtre et le contrevent fut fermé pendant tout l'hiver. Au printemps suivant, lorsqu'on le rouvrit, les abeilles y revinrent quoiqu'il n'y eût plus de miel sur la fenêtre; ainsi, un intervalle de plusieurs mois n'avait pas effacé l'impression reçue. »

Il résulte de l'ensemble des faits précédents que les abeilles possèdent un sens particulier, un *sens de la direction*, plus ou moins comparable à celui des pigeons voyageurs, et que le siège de ce sens spécial ne paraît pas résider dans les antennes, mais probablement dans les ganglions cérébroïdes.

M. A. Grandidier s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie, *au nom des auteurs*, la Carte de l'Imerina Sud, c'est-à-dire de la partie Sud de la province centrale de Madagascar, que vient de publier, grâce au fonds Bonaparte,

notre correspondant, le P. Colin, le directeur de l'Observatoire de Tananarive, en collaboration avec le P. Roblet. Cette Carte, qui est à $\frac{1}{100\,000}$, en deux feuilles, avec courbes de niveau équidistantes de 50^m, fait suite à la Carte de l'Imerina Nord que j'ai dressée, pour le corps expéditionnaire en 1895, d'après la triangulation et les levés que j'avais faits en 1869 et 1870, complétés par les travaux topographiques qu'avait continués depuis mon départ le P. Roblet avec une conscience et un soin admirables pendant une vingtaine d'années.

» Cette Carte comprenait la partie de la région centrale comprise entre 18°25′ et 19°15′ de latitude. Celle que notre savant correspondant, qui est absent de Paris, m'a chargé de déposer aujourd'hui sur le bureau s'étend de 19°10′ à 20°5′. La triangulation sur laquelle elle est appuyée, et qui a été faite avec toute la précision désirable, ne diffère, pour des côtés de 40^{km} à 50^{km}, que de 100^m à 200^m au plus de celle que j'avais établie en 1869 par des procédés expéditifs, et les deux Cartes se complètent parfaitement.

» L'œuvre des PP. Roblet et Colin, très importante au double point de vue géographique et colonial, qui est le résultat de plus de 30 ans de travaux sur le terrain, mérite les plus grands éloges. Il n'est pas commun d'avoir une Carte aussi parfaite d'un de nos pays d'outre-mer. »

GÉODÉSIE. — *La Carte de l'Imerina Sud; méthodes d'exécution employées.* Note de M. **E. Colin**.

La Carte de l'Imerina Sud, que je viens de publier grâce au fonds Bonaparte, a été dressée en collaboration avec mon collègue, M. Roblet. D'une superficie trois fois plus considérable que celle que nous avions établie pour le corps expéditionnaire de 1895, elle embrasse actuellement $10\,000^{km^2}$ environ, à l'échelle de $\frac{1}{100\,000}$, avec courbes de niveau équidistantes de 50^m, et fait suite à la Carte de l'Imerina Nord déjà parue (1). Indiquons les méthodes expéditives que nous avons employées pour son exécution.

Réseau. — Les *Comptes rendus* du 28 avril 1902 contiennent une figure schématique représentant une partie de notre canevas trigonométrique. Les points principaux sont placés d'après le calcul d'une base et de trois angles

(1) *Carte topographique de l'Imerina,* feuille Nord, par M. A. Grandidier, de l'Institut, les PP. Roblet et Colin, 1895.

mesurés au moyen du théodolite. Les stations secondaires s'appuient, ou bien sur les côtés du réseau pris comme bases avec deux angles déterminés et le troisième déduit, ou bien sur le problème classique des segments capables; leurs positions ont été obtenues soit par le calcul, soit graphiquement.

Azimuts orientés. — Du haut de deux montagnes visibles de presque toutes les stations, Tsiafajavona et Vontovorona, situées l'une au Nord, l'autre au Sud, sensiblement à égale distance des limites est et ouest du pays relevé, nous observâmes au théodolite une vingtaine de hauteurs du Soleil. Les calculs de ces éléments combinés avec nos azimuts vérifièrent l'orientation générale de la Carte. Rappelons que l'Observatoire de Tananarive, station astronomique fondamentale à laquelle se rattache tout notre réseau, se trouve dans la feuille Nord.

Orométrie. — Nous avons employé le procédé de l'altitude géodésique sur les points principaux. Dès le début des opérations, le choix du repère de nivellement se porta sur un objet remarquable, le sommet de la coupole de l'Observatoire, dont la cote au-dessus du niveau de la mer, 1412^{m}, était déjà fixée avec assez de certitude d'après nos travaux exécutés en 1892. Les hauteurs relevées ultérieurement des différentes montagnes sur le cercle vertical du théodolite furent réciproques, mais non simultanées.

Pour obtenir l'altitude des points secondaires et le tracé des courbes de niveau, nous adoptâmes la méthode barométrique en prenant toutes les précautions susceptibles de donner les meilleurs résultats. Ainsi, nous avons eu soin de régler nos anéroïdes avant, pendant et après nos voyages, soit par rapport au baromètre à mercure de l'Observatoire, soit par des expériences hypsométriques faites en cours de route; ensuite, nous avons comparé chaque valeur de pression rectifiée et de température avec les valeurs simultanées fournies par le barographe et le thermographe corrigés de leurs erreurs instrumentales; enfin, nous avons calculé ces éléments d'après la formule de Laplace en ajoutant aux résultats ou retranchant, suivant le cas, l'altitude de la cuvette barométrique, 1402^{m}. L'erreur probable de quelques différences de niveau peut atteindre une quinzaine de mètres, dans les conditions les plus défavorables, par exemple, en temps d'orages ou de perturbations atmosphériques.

Les lectures du baromètre et du thermomètre avaient lieu fréquemment, dans les villages où nous séjournions, dans ceux que nous traversions, aux

passages des rivières, des ruisseaux, des thalwegs, sur les chemins, les cols et les montagnes.

Topographie. — Les détails du terrain ont été relevés avec la planchette et l'alidade nivelatrice en des stations distantes de 6^{km} ou 7^{km} environ les unes des autres. On se repérait d'abord sur les sommets géodésiques principaux, afin de fixer plus tard la position du lieu sur la Carte, puis on visait, autant que possible, les mêmes accidents du sol, villages, têtes de vallées, rivières, confluents, chemins, collines, signaux naturels. Lors de la mise au net des minutes, la position exacte de ces visées était graphiquement déterminée d'après la méthode connue des intersections.

De plus, pendant les voyages, on dessinait à vue le croquis de la région avoisinante, avec indications du jour, de l'heure, de la température et de la lecture barométrique. Ces itinéraires confirmaient l'exactitude des minutes déjà rapportées sur la Carte, les complétaient même, si, pour une cause quelconque, certains détails du terrain nous avaient échappé du haut des montagnes.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques relatives à la Communication de M. Deslandres* (1). Note de **M. G.-E. Hale.**

J'ai entendu avec beaucoup d'intérêt la Communication de M. Deslandres, et je lui offre mes félicitations sur le progrès important qu'il a réalisé. La plupart de mes photographies des flocculi (Hα) de l'hydrogène ont été obtenues avec un spectrohéliographe à deux prismes ayant une longueur focale de $1^{m},5$. Mais j'ai employé aussi dans cette recherche un spectrohéliographe au moins six fois plus puissant d'une longueur focale de 9^{m}. Les flocculi brillants étaient très intenses sur les premières photographies prises avec cet instrument (2), quoique les flocculi noirs n'avaient pas beaucoup de contact. Plus tard, j'ai constaté que l'intensité relative des flocculi noirs et brillants est déterminée par la position de la fente de la chambre relative à la raie Hα. Si cette fente ne laisse arriver sur la plaque sensible que la lumière qui appartient à la partie centrale de la raie, les flocculi brillants sont très intenses dans l'image. Au contraire, si l'image est formée exclusivement par la lumière du bord de la raie, les flocculi noirs sont bien visibles, mais les flocculi brillants sont faibles ou même invisibles.

---

(1) *Voir* ci-dessus, p. 1011.

(2) *Astrophysical Journal,* septembre 1908.

De plus, j'ai fait de nombreuses comparaisons de deux images de la même région du Soleil, photographiées simultanément avec la lumière des deux côtés, rouge et violet, de la raie Hα. Dans la théorie solaire de Julius, les flocculi sont supposés dus à la réfraction anomale de la lumière blanche de la photosphère, passant à travers les vapeurs de l'atmosphère solaire. Du côté rouge de la raie Hα, la réfraction anomale est positive; du côté violet elle est négative. Si l'intensité de la lumière dans les flocculi est déterminée par la réfraction anomale, les images données par les côtés opposés de la raie doivent présenter des différences notables, en particulier près du bord solaire et dans le voisinage des taches. Or les résultats préliminaires font croire que la réfraction anomale ne joue pas un grand rôle dans la formation des flocculi de l'hydrogène. Néanmoins, les images données par les côtés opposés de Hα présentent souvent de petites différences, qu'on peut attribuer à l'effet de la réfraction anomale ou au mouvement radial de l'hydrogène.

J'espère que ces recherches, qui sont encore à leur début, permettront éventuellement de déterminer la vraie source de telles différences.

M. **Gaston Bonnier** fait hommage à l'Académie du fascicule V du *Cours de Botanique* qu'il fait paraître en collaboration avec M. *Leclerc du Sablon*. Ce fascicule renferme les Characées, les Algues et une partie des Champignons inférieurs.

M. le **Président** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage que M. R. Lépine, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, vient de publier sous le titre : *Le diabète sucré*.

CORRESPONDANCE.

M. **Blaserna**, Président de l'Académie royale des *Lincei*, en réponse à la lettre dans laquelle M. *Bouchard*, Président de l'Institut, lui a transmis le montant de la souscription ouverte en faveur des victimes du dernier tremblement de terre, adresse la dépêche suivante :

« Profondément touché de la nouvelle preuve d'amitié et de bienveillance que l'Institut de France a bien voulu donner à l'Italie et à l'Académie des *Lincei*, je m'empresse de

vous envoyer l'expression la plus chaleureuse de notre reconnaissance et je vous prie d'exprimer ces sentiments à tous vos illustres Confrères. J'aurai l'honneur d'en informer notre Académie dans sa prochaine séance. »

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la lettre suivante (transmise par Mme Jean Charcot) :

Ile Déception (Shetlands du Sud), 24 décembre 1908.

J'ai l'honneur d'informer l'Académie des Sciences que le *Pourquoi-pas?*, navire de l'expédition au pôle Sud, est arrivé le 22 décembre, à 10^h du soir, à l'île Déception, faisant partie du groupe des Shetlands du Sud, tout allant bien à bord.

Partis de Punta-Arenas le 16 décembre, à 9^h du soir, nous avons pris la mer par le canal de Murray le 19. Par le travers du cap Horn, nous avons rencontré le trois-mâts-barque français *Michelet*, du port de Nantes, avec lequel nous avons échangé des signaux. Le 19 décembre, calme et temps clair, avec très grosse houle fatigante de l'Ouest. Le 20 décembre, fort coup de vent de NE avec neige. Le 21, belle brise de l'Est, thermomètre à 0° et temps clair. Le 22, par très beau temps, nous atterrissons sur l'île Smith où nous voyons notre premier iceberg et, à 10^h du soir, nous rencontrons le baleinier norvégien *Ravn* qui nous accompagne dans l'intérieur de l'île Déception au mouillage où se trouvent actuellement trois compagnies de baleiniers, une chilienne et deux norvégiennes.

La Sociedad Ballenera Magellanes nous avait remis aimablement une lettre pour M. Andresen, directeur de la fonderie, le priant de nous donner notre plein de charbon. Nous apportions à ces braves gens leur courrier. Admirablement reçus, il est entendu que demain matin on nous apportera les 30^t de charbon brûlés depuis Punta-Arenas.

Nous avons pu nous-mêmes rendre un important service aux baleiniers en donnant nos soins à Mme Andresen, légèrement indisposée, et en opérant un malheureux Norvégien dont quatre doigts venaient d'être sectionnés par un couperet circulaire. Notre médecin, le Dr Liouville, a pratiqué très habilement l'amputation des quatre doigts de ce blessé qui, sans ses soins, risquait fort de mourir de gangrène. Nous sommes mouillés à l'entrée de ce qui fut autrefois Pendulum Cove, car, ainsi que l'a signalé l'*Uruguay* en 1905, cette anse est actuellement en grande partie comblée par des éboulements.

Nos travaux ont commencé aussitôt, et tandis que les naturalistes

MM. Gain et Liouville, le géologue M. Gourdon, recueillaient dans l'île des échantillons d'une nature nouvelle, M. Bongrain observait le deuxième contact de l'éclipse de Soleil du 23 décembre et faisait une série d'observations pendulaires commencées à La Plata et à Punta-Arenas au point même des observations de Foster de 1829, et réglait les chronomètres. M. Rouch effectuait des sondages et des dragages et a fait une station d'observations d'électricité atmosphérique; il continue les observations météorologiques entreprises depuis le départ de France. M. Godfroy a dressé un plan de la baie avec observations marimétriques. Enfin M. Senouque a fait, ainsi qu'à Punta-Arenas, une série d'observations magnétiques, des observations actinométriques pendant l'éclipse de Soleil et le relevé de la baie au théodolite photographique.

Je me permets de rappeler à l'Académie que l'île Déception est une île volcanique circulaire dont le cratère forme une vaste et magnifique rade très profonde où l'on pénètre par une coupure étroite entre deux falaises à peine visible du large. Le capitaine phoquier américain Pendleton fut vraisemblablement le premier à pénétrer dans cette rade qui fut très fréquentée par les baleiniers et les phoquiers à voile, puis totalement délaissée pendant plus d'un siècle. L'anglais Foster à bord du *Chanteclere* séjourna à Pendulum Cove du 9 janvier au 4 mars 1829 pour y pratiquer de nombreuses observations pendulaires. C'est au même endroit que M. Bongrain vient de faire une série d'observations et de régler ses chronomètres.

L'île Déception est redevenue un important centre de chasse à la baleine; l'escadrille actuellement au travail, qui séjourne dans une anse très favorable où elle trouve en abondance eau douce et eau chaude à 70°, se compose de deux vapeurs de 3000^t à 4000^t et de deux trois-mâts servant de pontons à charbons et de fonderie; huit petits baleiniers à vapeur, munis de canons porte-harpons, sortent et rentrent fréquemment remorquant les baleinoptères capturés.

Deux cents norvégiens sont occupés à cette industrie des plus productives. Nous avons pu donner des renseignements aux capitaines norvégiens sur Port-Lockroy et leur communiquer les Cartes relevées par M. Matha lors de notre dernière expédition antarctique 1903-1905; et les baleiniers vont immédiatement partir pour ces régions.

Je ne puis m'empêcher de faire remarquer, en même temps que je m'applaudis de voir une expédition scientifique donner déjà des résultats pratiques, combien il est regrettable que nos compatriotes, qui furent autrefois les premiers baleiniers du monde, ne veuillent pas rentrer dans une voie éminemment profitable et qui apporterait plus que le bien-être à nos populations côtières si durement éprouvées.

Nous avons trouvé à Pendulum Cove un cairn laissé par la corvette argentine l'*Uruguay*, venue si généreusement à la recherche du ***Français*** en janvier 1905. Ce cairn contenait une bouteille renfermant une liste déjà

effacée des matelots de la corvette et un document en parfait état dont voici la teneur :

Isla Decepcion, Enero 8 de 1905.

« En la fecha he estado en esta bahia con la corbeta *Uruguay* con objeto de tener noticias de la expedicion que dirige el Dr Charcot y no habiendo encontrado ninguno, me dirigo à la isla Wieneke, adonde dejare mis noticias.

» Ismaël F. GALINDEZ. »

Dans ce même cairn, nous avons déposé un rapport sur notre expédition.

Depuis notre arrivée nous avons été favorisés par un temps magnifique. Nous partirons le 25 décembre au soir pour Port-Lockroy, d'où, après une courte visite à Port-Charcot, nous nous dirigerons vers le Sud en effectuant le plus de stations possibles à terre.

Les baleiniers qui travaillent ici depuis 3 ans sont d'accord pour affirmer que jamais ces régions n'ont été aussi dépourvues de glaces; je veux considérer ce fait comme de bon augure; il pourrait être dû à un non-décollement des glaces qui nous empêcherait ainsi d'avancer comme nous le désirons, mais cependant les rapports des longs courriers rencontrés à Rio-de-Janeiro, Buenos-Ayres et Punta-Arenas affirment que les glaces s'élevèrent cette année à des latitudes inaccoutumées, ce qui nous permet d'espérer un dégagement inattendu.

L'enthousiasme règne à bord et l'équipage aide avec bonne humeur et entrain aux travaux de l'État-Major.

J'espère que l'Académie des Sciences, qui a déjà témoigné tant d'intérêt à notre expédition, approuvera notre programme et son commencement d'exécution, et je me permets de lui présenter l'assurance de mon très sincère et respectueux dévouement.

Le chef de l'Expédition,
J.-B. CHARCOT.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux fascicules des *Annales du Bureau central météorologique de France*, publiés par A. ANGOT, Directeur du Bureau (*Année* 1906 : *Pluies en France* et *Observations*).

2° Le premier fascicule de la Revue mensuelle *L'Homme préhistorique*, publiée sous la direction de MM. CHERVIN et A. DE MORTILLET. (Présenté par M. E. Perrier.)

ASTRONOMIE. — *Détermination de la parallaxe solaire d'après les observations de la planète Éros faites dans plusieurs observatoires en* 1900-1901. Note de M. **Arthur R. Hinks.**

La planète Éros a été découverte en 1898 par le Dr Gustav Witt à Berlin, et, d'une manière indépendante, par M. Charlois à Nice. Au bout de quelques mois il devint évident que son orbite était très remarquable. Quoique la planète eût une moyenne distance plus grande que celle de Mars, et qu'elle appartînt ainsi à la grande famille des petites planètes, l'excentricité de son orbite était cependant si grande, qu'en quelques occasions Éros pouvait approcher de la Terre plus qu'aucun autre corps céleste, la Lune exceptée. Dans ces occasions, elle nous fournit un moyen puissant de déterminer la parallaxe solaire.

Cette découverte fut faite au bon moment. En 1896, la conférence des directeurs des Éphémérides nationales qui se tenait à Paris avait décidé d'adopter pour la parallaxe solaire la valeur 8″,80 et pour la constante de l'aberration 20″,47, valeurs qui sont d'accord avec la relation théorique qui les relie. Mais beaucoup d'astronomes crurent que la constante de l'aberration avait en réalité une valeur considérablement plus grande, et que, en conséquence, on devait admettre soit que les observations avaient donné une valeur trop grande pour la parallaxe solaire, soit qu'il existait une erreur dans la relation théorique entre ces deux constantes.

Il était donc de la plus haute importance, aux deux points de vue pratique et théorique, de faire une nouvelle détermination de la parallaxe solaire d'après la planète Éros, au premier moment favorable.

Le Comité permanent de la Carte du Ciel, à sa dernière réunion en juillet 1900, décida donc d'organiser une coopération internationale pour observer la planète à l'opposition favorable de 1900-1901, et le plus grand nombre des principaux observatoires de l'hémisphère Nord, qui seuls pouvaient prendre une part effective au travail, entreprirent de contribuer à cette œuvre par des observations photographiques ou micrométriques de la planète, ou par des observations méridiennes des étoiles de repère.

Pour rendre cette coopération effective, il était nécessaire que tous les renseignements concernant le choix des étoiles, l'éphéméride de la planète, les résultats des observations méridiennes et beaucoup d'autres données essentielles puissent être mis à la disposition des astronomes sous une forme offrant toute garantie et sans délai. Les circulaires préparées par Lœwy et

publiées par l'Académie des Sciences ont joué un rôle indispensable dans cette entreprise, qui touche maintenant à sa fin.

Peu de temps après la fin des observations, j'ai entrepris quelques recherches sur les méthodes qu'on pourrait employer pour réduire et combiner la grande masse d'observations obtenues. Il me parut immédiatement évident qu'il serait nécessaire de former un Catalogue des positions photographiques des 6000 étoiles qui avaient été observées en même temps que la planète. Par l'emploi de ce Catalogue il serait possible d'éliminer certaines erreurs systématiques à la fois d'observations et de réductions qui apparaissent dans plusieurs des séries photographiques, et d'utiliser les comparaisons micrométriques faites avec les étoiles individuelles.

Dans l'année 1904, Lœwy me confia la tâche honorable de discuter l'ensemble des observations, et je lui dois, ainsi qu'à tous mes collègues, mes remercîments les plus reconnaissants pour l'amabilité qu'ils m'ont témoignée à toutes les étapes de mon entreprise. En particulier, je ne puis manquer de remercier l'éminent directeur actuel de l'Observatoire de Paris de ce qu'il a fait depuis un an pour amener l'entreprise à bon terme.

Maintenant pourrais-je omettre d'exprimer le profond regret, éprouvé par tous, que la mort ait enlevé depuis quelques années tant d'éminents astronomes français et ne leur ait pas permis de voir l'achèvement de l'œuvre à laquelle ils ont tant contribué.

Je dois enfin remercier le directeur de l'Observatoire de Cambridge, qui m'a permis pendant neuf ans de donner presque tout mon temps à cette œuvre, et la Société royale de Londres, dont les subventions m'ont permis d'avoir les assistants nécessaires.

Le rapport relatif aux détails de la construction du Catalogue d'étoiles, à la réduction des observations de la planète à un système homogène, aux diverses combinaisons auxquelles les résultats ont donné lieu, a été présenté ce matin à la Commission d'Éros nommée par le Congrès réuni à l'Observatoire. Il reste d'importantes questions particulières à discuter dans cette Commission. Mais il est impossible que la critique la plus minutieuse modifie d'une manière sensible les résultats auxquels je suis parvenu. Grâce à la courtoisie de M. le Président de l'Académie, je puis vous donner les principales valeurs numériques.

Les observations photographiques donnent

$$\varpi = 8'',807 \pm 0'',0027.$$

Les principales séries micrométriques donnent

$$\varpi = 8'',803 \pm 0'',0039,$$

et ces valeurs s'accordent dans les limites de leurs erreurs probables.

Il reste les séries d'observations visuelles par la méthode des passages. Je n'ai pu, jusqu'à ce jour, en terminer la réduction. Mais il semble sûr, d'après les recherches de Perrotin, qu'elles doivent conduire au même résultat.

Le résultat principal de cette entreprise est donc que la valeur de la parallaxe est 8'',806, à deux ou trois millièmes de seconde; la valeur adoptée par la conférence de 1896 n'est donc pas trop grande; elle est, au contraire, un peu trop faible.

Si alors la valeur de la constante de l'aberration de la lumière est plus grande que 20'',47, nous sommes en présence d'une contradiction avec la théorie.

Mais ce conflit est-il insoluble?

Les récentes recherches faites avec le grand spectrographe du Cap de Bonne-Espérance ont donné des résultats qui montrent que la constante de l'aberration de la lumière déduite des vitesses radiales des étoiles s'accorde bien avec la valeur donnée ci-dessus de la parallaxe. Nous pouvons donc espérer conclure que le désaccord est dû non à la théorie de l'aberration, comme on a pu le craindre, mais à des erreurs systématiques qui existent dans les observations de distances zénithales, peut-être à des changements qui se produiraient de l'été à l'hiver dans la région isotherme récemment découverte dans l'atmosphère, comme plusieurs astronomes l'ont déjà suggéré.

ASTRONOMIE. — *Note sur la distribution dans l'espace des mouvements propres considérables.* Note de M. **H.-H. Turner**.

La Carte du Ciel et le Catalogue photographique associés donneront les positions des étoiles jusqu'à la onzième ou même la douzième grandeur pour une époque voisine de 1900. Ces positions ont naturellement de l'importance en elles-mêmes; mais cette importance sera beaucoup agrandie quand nous aurons obtenu en outre, par répétition du travail après un intervalle suffisant, les changements de position pour chaque étoile. Combien d'années doivent passer avant cette répétition? Voilà une question peu facile à résoudre : notre connaissance des mouvements propres des étoiles faibles

ne donne jusqu'à présent que des indications vagues. Il faut faire des essais sur ce sujet et je profite, à l'occasion de la réunion du Comité international permanent de la Carte du Ciel, de signaler à l'Académie quelques résultats obtenus tout récemment à Oxford.

Quarante plaques, contenant en somme 10000 étoiles, ont été recommencées après un intervalle de 15 ans à peu près. Les mesures ont été comparées par un procédé bien simple, capable de donner, sans trop de travail, tous les mouvements propres considérables. On a trouvé :

a. 26 étoiles avec des mouvements propres plus rapides que 20″ par siècle, dont 11 sont plus faibles que la grandeur 10,0.

b. Encore 42 étoiles avec des mouvements propres entre les limites 15″ et 20″ par siècle, dont 26 sont plus faibles que 10,0.

c. 200 étoiles peut-être avec des mouvements propres entre 10″ et 15″; mais ici les indications données par la méthode employée ne sont pas assez exactes.

d. Un fait significatif sur la distribution dans l'espace de ces étoiles, avec mouvements propres considérables, est indiqué par nos résultats. C'est qu'ils sont aussi fréquents par degré carré dans les régions loin de la Voie lactée que dans cette région même. Ce fait n'est pas tout à fait nouveau. J'ai appris hier de M. Kapteyn qu'il a trouvé une loi semblable pour les étoiles jusqu'à la neuvième grandeur, et il l'a annoncé sous cette forme : *Si l'on supprime les petits mouvements propres, la Voie lactée disparaît.* Les deux résultats tendent à se confirmer l'un l'autre, et ensemble ils indiquent l'existence d'un amas solaire qui ne partage pas l'aplatissement de la Voie lactée, mais est sphérique; de plus cet amas solaire contient des étoiles relativement faibles, c'est-à-dire jusqu'à la douzième grandeur. Il sera nécessaire, sans doute, d'examiner beaucoup plus d'étoiles pour avoir la certitude sur ce point, mais c'est justement le travail sur la Carte du Ciel qui promet de nous donner cette certitude.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Déformation infiniment petite des surfaces réglées.* Note de M. **J. Haag**.

Voici une solution très simple de ce problème, qui n'a pas encore été résolu d'une manière complète pour la surface réglée la plus générale, du moins à notre connaissance.

Nous allons tout simplement partir des formules de M. Lelieuvre, que

nous ne rappellerons pas, pour ne pas allonger cette Note (voir par exemple Darboux, *Théorie des surfaces*, t. IV, p. 24). On démontre d'abord, par des raisonnements et des calculs simples, que les trois fonctions θ_1, θ_2, θ_3 doivent être de la forme

$$(1) \qquad \theta_1 = \rho a + a', \qquad \theta_2 = \rho b + b', \qquad \theta_3 = \rho c + c',$$

où a, b, c sont trois fonctions arbitraires du paramètre α des génératrices de la surface réglée, et a', b', c' leurs dérivées par rapport à ce paramètre. La fonction ρ est une fonction de α et β qui doit vérifier simultanément les deux équations

$$(2) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 \rho}{\partial\alpha\,\partial\beta} = k\rho, \\ \dfrac{\partial\rho}{\partial\beta} = k, \end{cases}$$

dans lesquelles k est la même fonction que dans l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = k\theta,$$

à laquelle doivent satisfaire les trois fonctions θ_1, θ_2, θ_3. L'intégration du système (2) est très facile et donne

$$\rho = \frac{A''}{A'} - \frac{2A'}{A+B}, \qquad k = \frac{2A'B'}{(A+B)^2},$$

où A et B sont deux fonctions arbitraires des paramètres α et β respectivement.

On peut simplifier ces expressions par un choix convenable de ces paramètres, qui, jusqu'à présent, sont supposés pris d'une façon quelconque. On voit aisément qu'*aucune des fonctions* A *et* B *ne peut se réduire à une constante.* Nous pouvons alors prendre

$$A = \alpha, \qquad B = \beta;$$

d'où

$$\rho = -\frac{2}{\alpha+\beta}, \qquad k = \frac{2}{(\alpha+\beta)^2}.$$

L'équation (3) devient alors

$$(4) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = \frac{2\theta}{(\alpha+\beta)^2}.$$

On tombe sur une équation très connue. C'est l'équation à invariants

égaux dont *l'intégrale générale est du second rang* (DARBOUX, *Théorie des surfaces*, t. II, p. 143). Cette intégrale générale est

$$\omega = \frac{2(A+B)}{\alpha+\beta} - (A'+B'),$$

A et B étant deux fonctions arbitraires de α et β respectivement. De ce qui précède on peut maintenant tirer les conclusions suivantes :

Les équations de toute surface réglée, *n'ayant pas de plan directeur*, et rapportée à ses lignes asymptotiques, peuvent se mettre sous la forme ([1])

$$(5)\quad \begin{cases} x = \dfrac{2(cb'-bc')}{\alpha+\beta} + \displaystyle\int (b'c''-c'b'')\,d\alpha, \\ y = \dfrac{2(ac'-ca')}{\alpha+\beta} + \displaystyle\int (c'a''-a'c'')\,d\alpha, \\ z = \dfrac{2(ba'-ab')}{\alpha+\beta} + \displaystyle\int (a'b''-b'a'')\,d\alpha, \end{cases}$$

où a, b, c sont trois fonctions arbitraires de α.

La surface S_1 la plus générale qui lui correspond avec orthogonalité des éléments a pour équations

$$(6)\quad \begin{cases} x_1 = a'B' + 2\dfrac{[a(A'-B') - a'(A+B)]}{\alpha+\beta} + \displaystyle\int (A'a''-A''a')\,d\alpha, \\ y_1 = b'B' + 2\dfrac{[b(A'-B') - b'(A+B)]}{\alpha+\beta} + \displaystyle\int (A'b''-A''b')\,d\alpha, \\ z_1 = c'B' + 2\dfrac{[c(A'-B') - c'(A+B)]}{\alpha+\beta} + \displaystyle\int (A'c''-A''c')\,d\alpha, \end{cases}$$

où A et B sont deux fonctions arbitraires de α et β respectivement.

Les calculs que nous venons d'indiquer supposent que *la surface réglée n'a pas de plan directeur*. S'il n'en est pas ainsi, ils doivent être légèrement modifiés. On reconnaît que, dans ce cas, l'équation (3) se réduit à

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} = 0.$$

([1]) M. Kœnigs a obtenu en 1888 (*Comptes rendus*, 2 janvier) les équations d'une surface réglée quelconque rapportée à ses lignes asymptotiques, et cela *sans quadratures*. Mais ses formules ont l'inconvénient de se présenter sous une forme très compliquée.

Les deux surfaces (S) et (S_1) ont alors des équations de la forme

$$(7)\quad \begin{cases} x = R\cos\alpha(S+\beta) - 2\int S'R\cos\alpha\, d\alpha, \\ y = R\sin\alpha(S+\beta) - 2\int S'R\sin\alpha\, d\alpha, \\ z = \int R^2\, d\alpha, \end{cases}$$

$$(8)\quad \begin{cases} x_1 = -(A+B)R\sin\alpha + 2\int A'R\sin\alpha\, d\alpha, \\ y_1 = \quad (A+B)R\cos\alpha - 2\int A'R\cos\alpha\, d\alpha, \\ z_1 = -(A+B)S + (A-B)\beta + 2\int B\, d\beta + 2\int SA'\, d\alpha, \end{cases}$$

où R, S, A sont des fonctions arbitraires de α et B une fonction arbitraire de β.

De ces formules et des précédentes j'ai déjà déduit un certain nombre de théorèmes intéressants que le manque de place m'empêche d'énoncer. En particulier, j'ai reconnu qu'*à toute surface réglée* S *on peut faire correspondre, comme surface* S_1, *une infinité de surfaces développables dépendant d'une fonction arbitraire de* α. En raisonnant en sens inverse, j'ai obtenu la solution générale du problème de la *déformation infiniment petite d'une surface développable*, problème que j'ai aussi résolu en passant par l'intermédiaire de la déformation finie, et qui n'admet comme solutions que des surfaces réglées dont les génératrices correspondent à celles de la développable.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes différentiels isomorphes.* Note [1] de M. **E. Vessiot**, présentée par M. Émile Picard.

1. Nous appelons *isomorphes* deux équations de Lie de la forme

$$(1)\qquad 0 = Lf = \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{s=1}^{r} \theta_s(t) X_s f,$$

$$(2)\qquad 0 = Mf = \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{s=1}^{r} \theta_s(t) Y_s f,$$

([1]) Présentée dans la séance du 5 avril 1909.

lorsque les transformations infinitésimales

$$(3) \qquad X_s f = \sum_{h=1}^{n} \xi_{sh}(x_1, \ldots, x_n) \frac{\partial f}{\partial x_h} \qquad (s = 1, 2, \ldots, r),$$

$$(4) \qquad Y_s f = \sum_{h=1}^{p} \eta_{sh}(y_1, \ldots, y_p) \frac{\partial f}{\partial y_h} \qquad (s = 1, 2, \ldots, r)$$

définissent, respectivement, deux groupes (G) et (H) isomorphes, à r paramètres; et que X_s et Y_s sont homologues pour chaque valeur de s.

L'intégration de (1) revient à la détermination d'une famille de transformations finies S du groupe (G); et l'intégration de (2) revient à la détermination des transformations finies T, du groupe (H), qui sont, respectivement, les homologues des transformations S. De là résulte que, si l'on connaît les équations finies de (G) et de (H), sous une forme qui mette en évidence la correspondance isomorphique considérée, l'intégration de chacune des équations isomorphes données fournit l'intégration de l'autre [1].

2. Supposons qu'on ne connaisse pas les équations finies des deux groupes. On pourra encore utiliser l'intégration de l'une des deux équations isomorphes pour obtenir l'intégration de l'autre. Nous avons montré, en effet [2], comment l'intégration de (1) est liée à la détermination des transformations infinitésimales de la forme

$$(5) \qquad Uf = \sum_{s=1}^{r} \rho_s(t) X_s f,$$

qui laissent Lf invariant. Or, les mêmes fonctions $\rho_s(t)$, qui fournissent ces transformations Uf, sont aussi celles pour lesquelles la transformation homologue

$$(6) \qquad Vf = \sum_{s=1}^{r} \rho_s(t) Y_s f$$

laisse Mf invariant. Tout revient donc à prouver qu'on peut former, explicitement, toutes les Uf laissant Lf invariant, dès que $Lf = 0$ est intégrée.

En effet, toute solution principale $\overline{x_1}, \ldots, \overline{x_n}$ de (1) peut se représenter

---

(1) *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. VIII, H, 1894, p. 10, et *Comptes rendus*, 8 février 1909.

(2) *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, t. X, C, 1896, p. 22.

au moyen des équations finies

$$\overline{x_h} = f_h(x_1, \ldots, x_n)(a_1, \ldots, a_r) \qquad (h = 1, 2, \ldots, n) \tag{7}$$

du groupe (G), en y remplaçant $a_1, \ldots, a_r$ par certaines fonctions de t. Si donc on prend $\overline{x_1}, \ldots, \overline{x_n}$, comme variables nouvelles, à la place de $x_1, \ldots, x_n$, Uf prendra la forme

$$\overline{U}f = \sum_{s=1}^{r} \sigma_s(t) \sum_{h=1}^{n} \xi_{sh}(\overline{x_1}, \ldots, \overline{x_n}) \frac{\partial f}{\partial \overline{x_h}}; \tag{8}$$

et, comme Lf se réduit, en même temps, à $\frac{\partial f}{\partial t}$, la condition d'invariance de Lf par Uf est que les $\sigma_s(t)$ soient des constantes. Donc le groupe des transformations (5) cherchées se déduit du groupe (G), en y faisant le changement de variables défini par une solution principale quelconque de $Lf = 0$.

3. Supposons que, pour chaque valeur numérique attribuée à t, les symboles

$$Xf = \sum_{h=1}^{n} \xi_h(x_1, \ldots, x_n \mid t) \frac{\partial f}{\partial x_h}, \tag{9}$$

$$Zf = \sum_{k=1}^{p} \eta_k(y_1, \ldots, y_p \mid t) \frac{\partial f}{\partial y_k} \tag{10}$$

représentent des transformations infinitésimales homologues de deux groupes continus infinis (G) et (H), holoédriquement isomorphes.

Nous dirons encore que les équations

$$0 = Lf = \frac{\partial f}{\partial t} + Xf, \tag{11}$$

$$0 = Mf = \frac{\partial f}{\partial t} + Yf \tag{12}$$

sont *isomorphes* [1].

Les considérations du n° 1 s'étendent immédiatement à de tels couples d'équations. Il en est de même de celles du n° 2, en prenant pour Uf et Vf des transformations de la forme (9) et (10), qui doivent laisser invariantes respectivement Lf et Mf.

---

[1] Nous nous sommes déjà occupé de telles équations. Voir *Comptes rendus*, t. CXV, 1897, p. 1019; *Annales de l'École Normale*, 3e série, t. XXI, 1904, p. 84.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction analytique égale au module maximum d'une fonction entière.* Note [1] de M. **Arnaud Denjoy**, transmise par M. Appell.

Je me propose d'indiquer quelques propriétés essentielles de la fonction $M(r) = \underset{|x|=r}{\text{Max.}} |F(x)|$, $F(x)$ étant une fonction entière, lorsqu'on considère $M(r)$ comme une fonction analytique de r qu'on prolonge dans tout le plan des r [2].

Si $F(x)$ commence par les termes $a + bx^m + \ldots$ la fonction $\dfrac{F\left(\sqrt[m]{\frac{a}{b}}\,x\right)}{a}$ commence par $1 + x^m + \ldots$, et $M(r)$ possède $2m$ branches holomorphes à l'origine et dont le développement commence par $1 \pm r^m$. Supposons F réduite à cette forme. Je signalerai, entre autres propriétés de $M(r)$, les suivantes :

1° Les différents zéros de la fonction multiforme $M(r)$ sont pour $r = \pm\sqrt{ab_0}$, a et b étant deux zéros quelconques de F et b_0 étant imaginaire conjugué de b. Ils sont simples si a et b_0 sont des zéros simples quelconques de F, sauf si $a + b_0 = 0$, auquel cas le zéro est d'ordre $\frac{1}{2}$, d'ordre $\dfrac{p+q}{2}$, si a et b sont d'ordres p et q.

2° La fonction multiforme $M(r)$ possède en général des points critiques algébriques (en infinité dénombrable, comme ceux de toute fonction multiforme) faciles à obtenir et peut présenter des points critiques transcendants, correspondant (si $x = re^{i\theta}$) toujours à des valeurs imaginaires de θ. Les valeurs ρ de ces points critiques sont $\left(\dfrac{\alpha}{m}\right)^{\frac{1}{2m}}$ ou $\left(\dfrac{\alpha_0}{m}\right)^{\frac{1}{2m}}$, α étant une valeur limite de $x^{m+1}\dfrac{F'(x)}{F(x)}$ quand x tend continûment vers l'infini (et α_0 étant conjugué de α).

3° Pour $r = 0$, en dehors des $2m$ valeurs banales commençant par $1 \pm r^m + \ldots$, il y a une infinité de valeurs de $M(r)$, holomorphes ou algébroïdes suivant les cas, correspondant à des valeurs imaginaires de θ. Pour chacune de ces branches, $re^{i\theta}$ tend vers l'une des racines non nulles de l'équation dérivée $F'(x) = 0$, ou vers l'une de ses conjuguées.

---

[1] Transmise dans la séance du 5 avril 1909.

[2] Une étude de $M(r)$, pour les valeurs réelles de r et les déterminations réelles de θ, a été faite par M. Blumenthal (*Bull. de la Soc. math. de France*, 1907, p. 213).

De l'ensemble des propriétés de $M(r)$ il résulte que, en général, à une fonction $M(r)$ donnée, il ne correspondra au plus qu'une fonction entière [en ne considérant pas comme distinctes de $F(x)$ sa conjuguée $F_0(x)$, ni les fonctions $e^{i\alpha}F(xe^{i\omega})$, α et ω étant réels]. Ceci n'est pas évident *a priori*. Car si P et Q sont deux fonctions holomorphes pour $x = 0$, à coefficients réels, on peut, étant donné Q, trouver P tel que

$$M(r) = \underset{|x|=r}{\text{Max.}} |P(x) + iQ(x)|,$$

cela dans le domaine d'existence de $P + iQ$.

Enfin, pour une valeur réelle de r, $M(r)$ peut avoir une infinité de déterminations réelles, dont une partie au moins peut surpasser $\underset{|x|=r}{\text{Max.}} |F(x)|$.

Si l'on prend pour $F(x)$ le facteur primaire $F(x) = (1-x)e^{x+\frac{x^2}{2}+\ldots+\frac{x^p}{p}}$, la fonction $M(r)$ se compose de trois fonctions analytiques différentes qui sont d'abord $F(r)$ correspondant à $\theta = 0$ et $F(-r)$ pour $\theta = \pi$. La troisième possède seulement p branches débutant pour $r = 0$ par $1 \pm \frac{r^{p+1}}{p+1}$, θ partant de $\frac{h}{p+1}\pi$ $(h = \pm 1, \pm 2, \ldots, \pm p)$. J'ai pu montrer que le cercle de convergence de toutes ces branches est supérieur à $1 + \frac{1}{p}$. Si les points critiques algébriques rangés par arguments croissants et compris entre $-\frac{\pi}{2}$ et $\frac{\pi}{2}$ sont

$$u_h = 1 + \frac{\alpha'_h}{p}$$

[en supposant $I(\alpha'_{-1}) < 0$, $I(\alpha'_{+1}) > 0$], α'_h pour p infini tend vers une limite. Si nous menons radialement une coupure de chaque point u_h à l'infini, la branche qui pour $r = 0$ correspond à

$$\theta = \pm \frac{\pi}{p+1}$$

est uniformisée par les coupures de u_{-1} et de u_1, auxquelles il faut adjoindre leurs symétriques relativement à l'origine. La branche qui pour $r = 0$ correspond à

$$\theta = \pm \frac{h\pi}{p+1}$$

est uniformisée par quatre couples de coupures : celles qui partent de u_h, u_{h+1}, de u_{-h}, u_{-h-1}, et leurs symétriques relativement à l'origine.

PHYSIQUE. — *Des propriétés électriques des cupro-aluminiums (thermo-électricité et résistivité).* Note de M. **H. Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, n° 10, 8 mars 1909), j'ai exposé les résultats que j'ai obtenus avec l'aluminium marchand, et montré l'influence des matières étrangères sur la thermo-électricité et la résistivité de ce métal.

J'ai étudié ensuite six cupro-aluminiums marchands, de fabrication courante; ils m'ont fourni les résultats suivants, que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

1° *Thermo-électricité.* — J'ai fait un couple de chacun des alliages (obtenus en fils minces) avec le cuivre électrolytique. Chaque couple avait sa soudure disposée à côté de celle d'un couple pyrométrique nickel-cuivre bien étalonné; les soudures chaudes étaient portées lentement de la température ambiante à la température de 820°, le chauffage étant réalisé au four Mermet.

Les lectures obtenues pendant le refroidissement lent des soudures étaient seules conservées. La méthode suivie était toujours celle des déviations au galvanomètre Deprez-d'Arsonval avec règle de Poggendorff.

La force électromotrice de chaque couple suit une loi très sensiblement *parabolique,* les écarts observés étant bien inférieurs aux erreurs possibles de lecture au galvanomètre. Les pouvoirs thermo-électriques de ces couples, calculés à l'aide du Tableau des forces électromotrices, peuvent être représentés par les formules suivantes (en *microvolts*) :

	$\frac{dE}{dt}$.
Cupro-aluminium (à 3 pour 100 de Al)-Cu....	$2,31 + 0,00300\,t$
» (à 5 »)-Cu....	$2,53 + 0,00320\,t$
» (à 6 »)-Cu....	$1,78 + 0,00040\,t$
» (à 7,5 »)-Cu....	$1,59 + 0,00090\,t$
» (à 10 »)-Cu....	$1,21 + 0,00104\,t$
» (à 94 »)-Cu....	$2,21 + 0,00680\,t$

A l'aide de ces formules, on arrive à vérifier, conformément aux résultats fournis par l'expérimentation directe, que :

a. Les alliages les plus riches en aluminium sont les plus éloignés, en général, de l'aluminium (dans la série thermo-électrique), exception faite pour l'alliage à 94 pour 100 d'aluminium, qui se rapproche davantage de ce métal.

b. Les alliages cupro-aluminiums *ne se suivent pas tous dans l'ordre de leur composition* (contrairement aux conclusions de M. E. Steinmann, lequel d'ailleurs n'a étudié que les alliages à 5 pour 100, 7,5 pour 100, et 10 pour 100, à trois températures seulement); ainsi, en allant de l'aluminium au cuivre, dans la série, on trouve l'ordre suivant (à 50° par exemple) : 5 pour 100, 3 pour 100, 94 pour 100, 6 pour 100, 7,5 pour 100 (ces deux derniers *très voisins*), et 10 pour 100.

c. De 50° à 800°, il se produit quelques inversions modifiant l'ordre de la série; il y a inversion des alliages 3 pour 100 et 94 pour 100 à 53°, des alliages 5 pour 100 et 94 pour 100 à 178°, des alliages 6 pour 100 et 7,5 pour 100 à 760°.

2° *Résistivité.* — J'ai mesuré la résistivité des six alliages, enroulés en spirale, bien recuits au préalable, en les portant à des températures variables, dans un bain de paraffine, de la température ambiante à 350°; la méthode employée était celle du pont de Wheatstone à corde.

Les résultats obtenus sont consignés dans les formules suivantes, qui donnent la résistivité en *microhms :*

Cupro-aluminium à	3 pour 100 de Al	....	$\rho_t = 8,26(1 + 0,00102t + 0,000003t^2)$
»	5 »	....	$\rho_t = 10,21(1 + 0,00070t + 0,000002t^2)$
»	6 »	....	$\rho_t = 11,62(1 + 0,00055t + 0,000002t^2)$
»	7,5 »	....	$\rho_t = 13,62(1 + 0,00036t + 0,000001t^2)$
»	10 »	....	$\rho_t = 12,61(1 + 0,00032t + 0,000002t^2)$
»	94 »	....	$\rho_t = 3,10(1 + 0,0038t + 0,0000003t^2)$

L'examen de ce Tableau conduit aux interprétations suivantes :

a. La résistivité des cupro-aluminiums croît avec la teneur en aluminium jusqu'à 7,5 pour 100, alliage où elle est maxima; elle décroît ensuite; pour l'alliage à 94 pour 100, elle se rapproche beaucoup de celle de l'aluminium métallique.

b. Le coefficient de température principal diminue quand la teneur en aluminium augmente, jusqu'à 10 pour 100. A 94 pour 100 d'aluminium, il est voisin de celui de l'aluminium métallique.

c. L'addition de faibles quantités d'aluminium au cuivre augmente très sensiblement la résistivité du cuivre; il n'en est pas de même de l'addition de faibles quantités de cuivre à l'aluminium; la résistivité de ce dernier métal est à peine modifiée.

PHYSIQUE. — *Quelques conséquences de l'emploi d'un récepteur sélectif dans la mesure de l'énergie rayonnante.* Note de M. CH. FÉRY, présentée par M. E. Bouty.

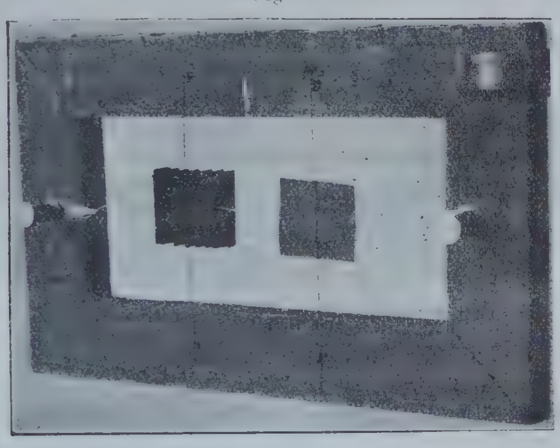
J'ai démontré précédemment ([1]) qu'il est indispensable, pour mesurer correctement l'énergie rayonnante, d'avoir recours à un récepteur intégral.

On peut se demander quelle est l'erreur systématique commise dans les mesures par l'emploi d'un récepteur ayant une absorption sélective, comme la plupart des corps noirs usuellement employés.

Il est évident que cette erreur dépend, en *grandeur* et en *signe*, des propriétés particulières de la substance employée; l'expérience très simple que j'ai faite à ce sujet le fera bien comprendre :

Deux plaques métalliques (*fig.* 1) sont réunies par un fil fin horizontal en constantan, dont les extrémités sont soudées en leur milieu.

Fig. 1.



Deux fils de cuivre également très fins relient ces plaques à deux bornes; le système constitue un couple thermo-électrique. Les fils verticaux en soie n'ont d'autre but que de supporter les deux lames.

La lame de droite est plane et noircie sur ses deux faces avec la substance étudiée; la lame de gauche, plissée comme un soufflet de chambre noire, est également noircie; elle se comporte grossièrement comme un récepteur intégral par la face recevant le

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 29 mars 1909.

rayonnement, et comme un radiateur intégral par son autre face. La surface utile de ces deux récepteurs est la même [1].

Lorsque la lame plane est recouverte de noir de fumée, elle prend une température *supérieure* à la lame plissée pour toutes les sources rayonnantes à une température supérieure à la température ambiante.

Au soleil, par exemple, elle absorbe presque autant d'énergie que la lame plissée, car son coefficient d'absorption est très voisin de l'unité pour $\lambda = 0^\mu,54$, mais elle ne peut guère dissiper cette énergie que par rayonnement, étant donnée la faible section des fils qui la supportent, et elle perd beaucoup moins que la lame plissée, car son pouvoir émissif pour $\lambda = 10^\mu$ (température ambiante) n'est que de 0,5 environ.

Pour les mêmes raisons, la déviation devient *négative* si l'on remplace la source à haute température par un vase métallique noirci plein de glace ($\lambda = 0^\mu,11$).

Les résultats sont très différents si l'on remplace le noir de fumée par du noir de platine dont le coefficient d'absorption passe par un *minimum* vers 6^μ.

Pour une source à 500° environ, qui émet cette longueur d'onde, la lame plane est la plus froide.

La déviation du galvanomètre s'annule pour $\lambda = 10^\mu$ (température ambiante) et pour une source à 1000° environ.

Les sources de température *supérieure à* 1000° ou *inférieure à la température ambiante* donnent une déviation qui montre que la lame plane est la plus chaude : le vase plein de glace donne une déviation *dans le même sens* que le soleil.

Les conséquences de cette simple expérience sont nombreuses ; j'en citerai quelques-unes :

L'emploi d'un récepteur sélectif déforme les courbes représentatives de l'énergie spectrale et peut déplacer la longueur d'onde du maximum.

Les résultats sont encore plus complexes et difficiles à analyser quand il s'agit d'un flux composé comme celui reçu par les actinomètres, si leur récepteur n'est pas intégral; ces résultats dépendent d'ailleurs en grande partie de la manière dont ces appareils dissipent l'énergie qu'ils reçoivent.

---

(1) On remarque sur cette photographie que la lame plissée paraît beaucoup plus *noire* que la lame plane; son pouvoir réflecteur ou diffusant est, en effet, plus petit.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés physico-chimiques des particules colloïdales dites* micelles. Note de M. G. **Malfitano**, présentée par M. Roux.

J'ai entrepris la recherche expérimentale des propriétés micellaires de la manière suivante : établir la composition et les constantes physiques d'une liqueur colloïdale, et comparativement celles du liquide filtré au travers d'une membrane en collodion; lorsque ce filtrat représente le milieu intermicellaire inaltéré, la différence nous renseigne sur les propriétés micellaires (¹).

En appliquant la même méthode, J. Duclaux a apporté des résultats intéressants, qui ont paru contradictoires avec les miens; je vais montrer que la contradiction réside dans l'interprétation.

1° *La composition micellaire.* — Soit une solution de $FeCl^3$ contenant aFe et bCl (dans ce cas $b = 3a$); fraîchement préparée, elle traverse intégralement la membrane, mais, devenue colloïdale après hydrolyse, elle abandonne sur la membrane a'Fe, b'Cl qui constituent le colloïde; représentons la solution par

$$(a - a'\text{Fe},\ b - b'\text{Cl}) + (a'\text{Fe},\ b'\text{Cl});$$

le premier terme exprime la composition du liquide intermicellaire, le deuxième celle des micelles. Selon le mode et l'intensité de l'hydrolyse, a' et b' varient d'une manière continue et sans que $\frac{a'}{b'}$ soit constant. La composition du colloïde varie donc d'une manière continue, et doit être exprimée par des fractions d'atome. J. Duclaux avait conclu que c'est un composé unique qui ne vérifie pas les lois des combinaisons (²). J'ai constaté qu'on peut fractionner ces corps en portions de composition différente, et rien ne s'oppose à considérer les micelles comme des composés homologues, dont les chiffres fractionnaires expriment la moyenne.

2° *La pureté des solutions colloïdales.* — Expulsons par filtration le liquide intermicellaire et remplaçons-le par de l'eau pure; en répétant cette opération, la composition de la liqueur colloïdale devient $e'\text{HCl} + (c\text{Fe},\ e - e'\text{Cl})$. C'est-à-dire que le milieu ne peut à aucun moment être considéré comme un solvant pur, mais il est constitué par une solution de HCl dont la quantité varie en fonction de la teneur en Cl du colloïde. La composition et les propriétés des micelles varient en même temps et sont en fonction du milieu. J. Duclaux était arrivé à la même conclusion avant moi par une autre voie. Mais si l'on a deux solutions dont l'une $e'\text{HCl} + (c\text{Fe},\ e - e'\text{Cl})$ et l'autre $e''\text{HCl} + (c\text{Fe},\ e - e' - e''\text{Cl})$ étant $e'' < e'$, c'est-à-dire que, dans la deuxième,

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1221, et t. CXL, p. 1245.

(²) Duclaux, *Thèse de la Faculté des Sciences*, 1904; *Revue du Mois*, mars 1908.

le milieu se rapproche plus de l'eau pure, faut-il considérer la deuxième comme une solution colloïdale plus pure que la première, comme l'admet encore Duclaux (1)? Ce critérium de pureté me paraît en contradiction avec l'énoncé précédent, et je considère que, à mesure que le milieu se rapproche de l'eau pure, on est en présence d'états différents, d'un système variable, qui méritent d'être étudiés successivement.

3° *La conductivité électrique micellaire.* — Soient K la conductivité d'une solution colloïdale et k celle de son milieu. La différence $K - k$ exprimera-t-elle la conductivité micellaire? J. Duclaux, s'étant adressé à des solutions prétendues pures, a réalisé des conditions dans lesquelles $K > k$ (2). En suivant toutes les modifications successives, j'ai constaté que tous les cas : $K < k'$, $K = k'$, $K > k'$, sont possibles (3).

La matière colloïdale se comporte comme un électrolyte faible en présence d'un autre électrolyte, et des actions réciproques doivent s'exercer qui modifient l'état de dissociation respectif. Ces résultats prouvent que la micelle a une conductivité propre, mais la différence $K - k$ ne peut directement servir à la mesurer.

4° *La pression osmotique.* — Faisons diminuer par filtration, dans un sac en collodion, le volume occupé par les micelles; selon leur composition elles formeront un dépôt, où, malgré la pression intérieure, elles resteront sous forme d'un liquide sirupeux qui atteint un volume limite. J. Duclaux a montré que, dans un cas où P avait varié de 1 à 80, V avait varié de 1 à 18. J'ai constaté, de plus, que le volume limite varie, non seulement avec la concentration en colloïde, mais aussi avec la concentration en HCl du milieu, et que la pression peut devenir inappréciable lorsque la concentration en colloïde est encore considérable. J. Duclaux a contesté ce dernier résultat, qui est la réciproque du fait par lui constaté de l'inconstance de PV. Il opine que ces phénomènes vérifient pour les colloïdes la théorie cinétique de l'osmose. Quant à moi, je pense que les véritables phénomènes osmotiques des micelles, étant trop faibles, nous échappent ou, en tout cas, doivent être masqués par des phénomènes de *coovolume*. Les micelles, étant des masses chargées électriquement, doivent se repousser lorsqu'on les rapproche, ce qui explique pourquoi P augmente beaucoup plus rapidement que V ne diminue.

5° *La cryoscopie des solutions micellaires.* — Soient Δ l'abaissement cryoscopique de la solution colloïdale et δ celui de son milieu. Les faits que je viens d'exposer nous font prévoir que la valeur $\Delta - \delta$ ne pourra pas nous servir directement à déterminer la masse micellaire, et qu'il n'y aura pas de concordance entre cette valeur et celle de P, comme Duclaux veut le démontrer. J'ai constaté, en effet, que Δ n'augmente pas lorsque la concentration en micelles augmente; dans certains cas même, elle peut diminuer et cela en même temps que la conductivité électrique. L'abaissement cryoscopique doit être dû surtout aux ions présents dans la liqueur, soit à ceux de HCl du milieu, soit à Cl de la micelle, ces derniers étant en très petit nombre. Lorsque les micelles se concentrent, la dissociation du système diminue et, partant, l'abaissement cryoscopique. La part attribuable aux micelles étant très faible, elle doit être couverte par les variations de l'état de dissociation.

(1) DUCLAUX, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 296.
(2) DUCLAUX, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1468 et 1544.
(3) MALFITANO, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 1221, et t. CXLIII, 1906, p. 172.

Les données expérimentales de Duclaux ne sont donc pas en contradiction avec les miennes ; elles se rapportent à des cas particuliers qui trouvent leur place dans la série de ceux que j'ai reconnus possibles.

Nous suivons, il est vrai, deux tendances opposées. Duclaux considérait d'abord les colloïdes comme des composés n'obéissant pas aux lois des proportions constantes, comme des matières absolument insolubles, mais capables tout de même de réagir avec les matières dissoutes dans le milieu, et constituées de granules juxtaposés formant un système solide à l'intérieur du liquide. Ensuite, en modifiant son point de vue, il s'efforce de montrer qu'ils obéissent à toutes les lois stéchiométriques, et il choisit exprès les cas les plus simples. Quant à moi, je me suis laissé guider dans toutes ces recherches par l'idée que les colloïdes sont des composés doubles formés de molécules insolubles associées avec 1^{mol} d'électrolyte et formant des ions complexes selon le schéma $(MnA)^{\pm}B^{\pm}$ (1).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Rôle de l'électrisation de contact dans la perméabilité des membranes aux électrolytes.* Note (2) de M. **Pierre Girard**, présentée par M. Dastre.

On sait que la membrane qui limite une cellule vivante est perméable à certains sels et très peu perméable à d'autres.

Quelle explication physico-chimique en peut-on fournir ?

In vitro nous pouvons réaliser le schéma suivant : dans une pile de concentration nous intercalerons une membrane; les modifications possibles apportées au voltage de la pile (fonction du rapport des mobilités des ions) pourront nous fournir des indications précieuses.

En fait, comme nous l'avons montré (3), l'interposition d'une membrane bien lavée dans un couple constitué par deux solutions d'un sel neutre n'en modifie pas le voltage; c'est seulement dans les piles acides ou basiques contenant un excès, même très léger, d'ions H^+ ou OH^-, que l'interposition de la membrane abaisse celui-ci. La présence d'ions polyvalents, négatifs dans le cas des piles acides et positifs dans le cas des piles basiques, affaiblit le phé-

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 920.

(2) Présentée dans la séance du 5 avril 1909.

(3) *Comptes rendus*, séance du 4 mai 1908.

nomène. Nous retrouvons ici les règles formulées par M. Jean Perrin dans ses recherches sur l'électrisation de contact.

Si l'on se représente la membrane comme constituée par un faisceau de tubes capillaires, il y aura au contact d'une solution acide des charges positives adhérentes à la paroi du tube et des charges négatives en regard, dans la zone de contact de la veine liquide.

L'orientation de cette couche double sera inversée dans le cas d'une solution alcaline; une force tangentielle très faible (une différence de pression osmotique, par exemple, de part et d'autre de la membrane) déterminera le glissement de la veine. Des charges de signe contraire s'accumuleront aux extrémités des capillaires. Il naîtra une *force électromotrice* de *filtration* (Quincke).

La membrane ainsi polarisée réalisera l'image d'un feuillet magnétique dont le champ sera nécessairement de sens contraire au champ de diffusion de l'acide ou de la base.

Le voltage π' du couple liquide cloisonné par une membrane est la somme algébrique de deux différences de potentiel : celle du champ de diffusion de l'électrolyte et celle du champ du feuillet. La différence $\pi - \pi'$ (π désignant le voltage du couple non cloisonné) nous donnera donc le champ du feuillet.

Cette interprétation est susceptible d'une vérification quantitative. Un raisonnement dû à Helmholtz permet en effet de calculer la *force électromotrice de filtration*. Il suffit d'écrire l'équation d'équilibre entre le courant de convection que réalise le glissement des charges dans le sens de la force tangentielle et le courant de conduction produit au sein du liquide par la *force électromotrice de filtration*. On aboutit, tout calcul fait, à l'équation

$$E = \frac{\rho \varepsilon p}{4\pi\eta},$$

où ε désigne la différence de potentiel de la couche double, p la force tangentielle, η le coefficient de viscosité de l'eau, ρ la résistivité du liquide. Or le champ de polarisation du feuillet $(\pi - \pi')$ est en effet indépendant de son épaisseur et de sa section, varie comme ε; est proportionnel à p, et inversement proportionnel à η.

Ces faits connus, on pouvait supposer que l'existence d'un feuillet polarisé séparant deux solutions salines inégalement concentrées dût modifier profondément le jeu des forces électrostatiques qui interviennent dans la diffusion et par suite la vitesse de diffusion.

Pour déceler cette influence nous partirons de l'équation approchée de Fick

$$dq = \mathrm{D}s\frac{dc}{dx}\partial t.$$

Nous ferons constantes les quantités s (somme des sections capillaires), c (concentration de l'électrolyte), $\frac{dc}{dx}$ (chute de concentration).

Pour un temps t assez court et pour les sels neutres qui ne chargent pas la paroi, les quantités q diffusées devront être sensiblement proportionnelles aux coefficients D. Il n'en sera plus de même si notre conception est exacte pour les acides et les bases.

Voici quelques chiffres parmi ceux que nous avons recueillis à la température de 18° :

	D.10⁵.	C.	L.	Q.	$\pi - \pi'$.
	centim.-sec.	g	m	g	volt
KCl	1,60	0,200	60	0,009	0,000
NaCl	1,00	»	»	0,0076	0,000
LiCl	0,90	»	»	0,007	0,000
NO^3H	2,60	»	»	0,0066	0,040
$C^2H^2O^4$	0,80	»	»	0,0048	0,012
$C^6H^8O^7$	0,40	»	»	0,0032	0,008
NaOH	1,25	»	»	0,0035	0,033

La plupart des acides monovalents et les bases qui diffusent dans l'eau plus rapidement que la plupart des sels neutres monovalents, diffusent à travers les membranes moins vite que ceux-ci.

L'abaissement de la perméabilité de la membrane est moindre pour les acides à ions négatifs di- et trivalents qui la chargent moins énergiquement par contact.

Tous ces faits accusent le rôle de la polarisation de la paroi dans sa perméabilité aux électrolytes.

En voici d'autres plus suggestifs peut-être au point de vue biologique.

Soit un couple liquide dont un élément sera constitué par de l'eau ou une solution diluée, l'autre par une solution concentrée d'un sel neutre à laquelle nous ajouterons une trace d'acide ou de base juste suffisante pour polariser la membrane interposée; si le champ du feuillet polarisé est de même sens que le champ de diffusion, le cloisonnement du couple en accroîtra le voltage, il l'abaissera dans le cas contraire. En outre, pour une certaine orientation de son champ, l'interposition du feuillet devra gêner la diffusion du sel; pour une orientation contraire, il la devra favoriser.

Or, si l'on fait diffuser à travers une membrane en gélatine de section *s* une solution de $MgCl^2$ normale, il passera en 30 minutes, à la température de 18°, 12^{mg} de ce sel à travers la membrane; si l'on acidule par une trace de HCl ($\frac{1}{100}$ normal d'acidité) cette même solution de $MgCl^2$ à la même température, à travers la même membrane et pendant le même temps (qui correspond à la durée de polarisation de la paroi), il n'en passera que $3^{mg},5$.

Inversement une trace de soude dans une solution de NaCl saturée suffit à doubler presque pour ce sel la perméabilité d'une membrane en gélatine.

Si maintenant on suppose fixé le sens du champ du feuillet en prenant comme point de comparaison la perméabilité d'une paroi non polarisée, le feuillet témoignera d'une imperméabilité relative pour l'ion d'un sel et d'une perméabilité accrue pour l'ion d'un autre sel selon l'orientation du champ de diffusion.

Or, à l'intérieur d'une cellule vivante, le protoplasme n'est pas neutre (Hertwig, Schwann, Reinke, de Tries). Un léger excès d'ion H^+ ou OH^- suffira à la polarisation de la membrane; que cette polarisation joue son rôle dans la perméabilité de cette dernière aux électrolytes, c'est ce qu'il nous paraît légitime de supposer.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche du mouillage sur des laits altérés.* Note de MM. **André Kling** et **Paul Roy**, présentée par M. Troost.

D'une manière générale, la recherche et l'évaluation du mouillage d'un lait s'effectuent, comme on le sait, en déterminant quel est, pour 1 litre de lait, la valeur de l'extrait sec dégraissé.

Mais il arrive fréquemment, dans les expertises judiciaires, que les experts ont à analyser des laits conservés depuis plusieurs mois. Au cours de leur conservation, et malgré le bichromate de potasse qu'on leur ajoute, les laits s'altèrent plus ou moins profondément et subissent des fermentations multiples qui font passer une partie de leurs constituants fixes à l'état de produits volatils à 100°. Il en résulte que la valeur de l'extrait dégraissé d'un lait varie progressivement durant sa conservation et peut diminuer dans des proportions considérables pour un lait en voie de putréfaction.

Seul, parmi les constituants du lait, le beurre résiste assez bien aux diverses putréfactions; mais les résultats obtenus dans son dosage ne peuvent servir à rechercher et à évaluer un mouillage pour diverses raisons et, en particulier, par ce fait que la variation de cet élément dans un lait peut résulter soit d'un mouillage, soit d'un écrémage, soit de ces deux opérations simultanées.

Il est un autre élément qui reste également *invariable* dans un lait, quelque profondément altéré que soit celui-ci, pourvu qu'il ait été conservé dans un flacon bouché : c'est l'azote total correspondant à la matière albuminoïde du lait. Au cours de la putréfaction, cette dernière se dégrade peu à peu, mais se transforme en des produits azotés qui restent totalement en dissolution ou en suspension dans le lait altéré.

Dès lors, si l'on exprime le poids d'azote trouvé dans un lait corrompu en poids de matières albuminoïdes du lait (en multipliant le poids d'azote par le facteur 6,39), on obtient un nombre représentant le poids de matières albuminoïdes contenues primitivement dans le lait frais et l'on peut, de la considération de ce poids, conclure si le lait suspect est pur ou mouillé.

Si l'expert possède des échantillons de comparaison exactement comparables au lait suspect, l'évaluation pourra se faire en toute rigueur. Si, au contraire, il ne reçoit qu'un échantillon isolé, il devra, dans ce cas, recourir à la méthode des moyennes et comparer le poids de matières albuminoïdes obtenu au poids de 33^g, valeur moyenne des matières albuminoïdes contenues dans 1 litre de lait de dépôt. Ce second mode d'évaluation est naturellement moins précis que le premier; mais nous avons constaté sur de nombreux exemples que les limites d'incertitude entre lesquelles on oscille en opérant de la sorte sont à peu près les mêmes que celles qui encadrent le mode d'évaluation prenant pour base la valeur moyenne 90^g pour l'extrait dégraissé.

Le dosage de l'azote des laits altérés devra s'effectuer sur la totalité de l'échantillon, qu'on pèsera, acidulera avec de l'acide acétique, puis évaporera dans un matras chauffé au bain-marie et relié à une trompe à eau. Le résidu sec ainsi obtenu sera traité, dans le matras même, par la méthode Kjeldahl, et la solution de sulfate d'ammoniaque obtenue sera amenée à volume constant. Une partie aliquote de ce volume servira au dosage d'ammoniaque. Les résultats seront rapportés au volume du lait utilisé à l'analyse en divisant le poids de ce lait par 1,033, densité moyenne des laits.

En suivant ce mode opératoire, nous avons pu successivement et à *deux ans* d'intervalle analyser des laits et obtenir des résultats concordants.

Exemple :

	Matières albuminoïdes.	
	Lait frais.	Après 2 ans de conservation.
A	32,60	32,58
B	27,83	28,60

Comme justification de notre méthode en ce qui concerne la recherche du mouillage, nous donnons ci-dessous les résultats obtenus dans l'analyse de trois laits *exactement* comparables entre eux :

	I. Pur.	II. Mouillé à 5 pour 100.	III. Mouillé à 10 pour 100.
Extrait dégraissé (à l'état frais).........	90,15	87,05	81,60
Matières albuminoïdes................	34,31	32,20	30,99

Mouillage calculé sur :		Pour 100.	Pour 100.
Extrait dégraissé....................	0	3,5	9,5
Matières albuminoïdes (34,31).........	0	6,2	9,7
Matières albuminoïdes (Moyenne = 33).	0	2,4	6,1

Dans ce Tableau, les deux derniers mouillages sont calculés : l'un sur le nombre de caséine 34,31 trouvé pour le lait pur, l'autre sur le nombre 33, valeur moyenne pour les laits de dépôt.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la suspension momentanée de la vie chez certaines graines.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. L. Maquenne.

Il y a quelques années, M. Maquenne [1], après avoir démontré que des grains de blé peuvent résister pendant plusieurs mois à l'action d'un vide dépassant le centième de millimètre, sans perdre leur pouvoir germinatif, a émis cette idée que la vie des graines, ordinairement ralentie, peut, dans certaines conditions, être complètement suspendue. Comme cette hypothèse bien vraisemblable est encore très discutée par de nombreux physiologistes, il m'a paru intéressant d'en donner de nouvelles preuves en soumettant les graines aux actions combinées de la dessiccation, du vide et du froid.

On s'est servi, dans ces nouvelles expériences, de graines de luzerne, de moutarde blanche et de blé. Après avoir perforé leur tégument pour le rendre perméable, j'ai desséché ces graines dans le vide, en présence de baryte caustique, à la température de 40° et jusqu'à poids constant : la dessiccation a duré 6 mois. Les graines ont alors été introduites dans de petits tubes de verre qu'on a scellés après y avoir de nouveau fait le vide, avec une trompe à mercure de Berlemont, jusque vers le demi-millième de millimètre.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1243.

Les tubes ainsi préparés à Paris ont été transportés le 5 février 1908 chez M. Kamerlingh Onnes, au laboratoire cryogène de l'Université de Leyde, où, dans le courant du mois de février 1909, ils ont été soumis pendant 3 semaines à la température de l'air liquide et ensuite, pendant 77 heures et sans réchauffement préalable, à celle de l'hydrogène liquide (— 253°).

Dès leur retour à Paris, j'ai cassé les tubes et mis les graines qu'ils contenaient à germer sur du coton hydrophile, à une température constante de 28°.

Toutes les graines de moutarde et de luzerne ont levé au bout de quelques jours; sur cinq grains de blé, quatre germèrent. On n'a pu voir aucune différence entre la germination des graines témoins et celles qui avaient été mises en expérience.

Ces résultats confirment ceux déjà obtenus par M. Maquenne et par moi-même dans mon Mémoire sur la vie latente des semences (1); ils confirment également ceux de MM. Jobin, Raoul Pictet, Casimir de Candolle, Dyer, Mac Fayden, etc., sur l'action des mêmes influences; mais, en raison de la durée considérablement plus grande de mes expériences, et surtout de la superposition des effets combinés de la dessiccation, du vide et du froid, ces résultats sont encore beaucoup plus démonstratifs.

Dans l'impossibilité où nous sommes d'admettre que des graines au tégument perforé, ayant subi une dessiccation totale, un vide d'un demi-millième de millimètre pendant 1 an, enfin 3 semaines de refroidissement à — 190° et 77 heures à — 253°, aient pu vivre encore d'une vie extrêmement ralentie, j'estime que pendant ce temps l'arrêt de la vie a été complet, sans le moindre préjudice pour son retour ultérieur.

Le protoplasma ainsi conservé sans eau, sans oxygène, sous une pression presque nulle et à une température voisine du zéro absolu, devient aussi rigide, aussi dur et aussi inerte qu'une pierre; son état colloïdal, nécessaire aux manifestations physico-chimiques de l'assimilation et de la désassimilation, disparaît donc totalement.

La démonstration expérimentale de l'arrêt complet de la vie chez certaines graines, sans modification de leur pouvoir germinatif, a une assez grande importance biologique; elle porte surtout atteinte à la loi de la continuité des phénomènes vitaux, si souvent invoquée par les physiologistes.

Selon cette loi, la vie est une suite de phénomènes ininterrompus qui, dans aucun cas, ne peuvent subir le moindre arrêt, sans qu'il en résulte fatalement la mort; transmise de générations en générations, depuis sa première apparition sur la terre, elle n'aurait jamais offert et ne saurait offrir aucune discontinuité.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles : Botanique*, 9e série, 1907.

Mes expériences, jointes à celles de mes prédécesseurs, me semblent montrer que, au moins dans les cas rapportés ci-dessus, une pareille interruption de la vie est non seulement possible, mais réelle, sans qu'aucun indice puisse faire soupçonner l'existence d'une limite à sa prolongation.

En terminant, j'adresse ici à M. Kamerlingh Onnes, l'éminent physicien de Leyde, mes plus vifs et bien sincères remercîments, car c'est surtout à son concours dévoué et au merveilleux outillage de son laboratoire cryogène que j'ai pu mener à bonne fin toutes ces recherches.

Observations au sujet de la Communication de M. Paul Becquerel sur la suspension momentanée de la vie chez certaines graines; par M. **Armand Gautier.**

Dans la première édition de mon *Cours de Chimie biologique,* parue en 1891, je disais (p. 4) que la vie dite *latente* (Cl. Bernard) des graines ou même des animaux inférieurs, tels que les Rotifères, n'était pas une vie réduite au minimum, mais une vie *suspendue* ou *nulle.* Ce sont, écrivais-je, « des machines aptes à fonctionner, des horloges montées prêtes à marquer l'heure. Ces organismes ne deviennent le siège des manifestations qui constituent l'état de vie que si ... l'humidité, la chaleur, une première vibration communiquée leur fournissait les conditions nécessaires à leurs transformations ». M. Jodin, entre autres, a démontré que certaines graines pouvaient être conservées des années dans de l'air, sur la cloche à mercure, sans dégager une quantité sensible d'acide carbonique, ni absorber d'oxygène. Ces graines cependant peuvent, après 12 et 15 ans, germer et se développer, souvent dans la proportion de 50 pour 100 et plus. Il faut seulement qu'elles ne soient pas trop riches en corps gras oxydables.

Toutefois et quoiqu'il n'y ait aucun dégagement de vapeur d'eau ou d'acide carbonique ou aucune absorption d'oxygène, par conséquent en apparence aucun fonctionnement, il se produit dans ces graines quelque chose qui pourrait fournir encore peut-être un peu d'énergie utilisable : leurs granules d'aleurone, prodéides légèrement phosphorés et amorphes, y passent, petit à petit, à l'état cristallisé. Il semble que, quand cette cristallisation est complète, la graine ne trouvant désormais plus en elle-même aucune source d'énergie perd dès lors sa faculté germinative.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'abaissement énergique du diaphragme.* Note de M. A. **Thooris**, présentée par M. d'Arsonval.

Au cours de recherches que nous avons poursuivies au sujet de la transformation rapide de l'état général et fonctionnel des malingres dans l'armée par une gymnastique respiratoire consistant dans un abaissement énergique du diaphragme, nous avons été amené à étudier, par la radioscopie et la méthode graphique, les conditions de cet abaissement et son influence sur l'ampliation des autres parties du thorax.

Cette Note résume les résultats de cette étude.

Soit un sujet à paroi abdominale complètement relâchée et incapable de donner à ses muscles abdominaux le tonus normal. Il est couché sur une table [1] et muni de cinq pneumographes fixés en haut et en bas du sternum, à l'épigastre, au-dessus et au-dessous de l'ombilic. Si l'observateur exerce une pression verticale sur le haut de l'abdomen, aucune des courbes thoraciques n'est modifiée; si la pression s'exerce sur le bas-ventre, l'amplitude costo-diaphragmatique augmente du tiers de la hauteur qu'elle avait sans pression; la même pression sur la région ombilicale double l'amplitude de la courbe costo-diaphragmatique et triple celle de la courbe costale supérieure.

L'examen radioscopique nous a permis d'autre part de constater chez de nombreux sujets, debout ou couchés, que l'abaissement du diaphragme était considérablement accru par une pression exercée au niveau de l'ombilic, normalement à la paroi abdominale. Si on n'exerce pas de pression, on voit les poumons clairs plongés dans les sinus costo-diaphragmatiques, mais les masses sombres du péricarde et du diaphragme continuent à se confondre. Avec pression au contraire, on voit en outre une zone claire intercalaire s'établir entre les masses sombres du diaphragme et du péricarde et la hauteur de cette zone peut atteindre jusqu'à la somme de deux espaces intercostaux et demi.

Au lieu de comprimer l'abdomen du sujet qui respire, on peut provoquer, au moment de l'inspiration, une contraction de ses obliques et de ses transverses. On obtient ainsi un resserrement abdominal qui a pour résultat une descente énergique du diaphragme comparable à celle que l'observateur avait déterminée en exerçant sur l'abdomen une pression extérieure.

Ainsi donc l'augmentation d'amplitude de la courbe costo-diaphragmatique ne donne la mesure certaine de l'abaissement du diaphragme que si la courbe sus-ombilicale indique une rétraction abdominale. Quand l'abdomen se gonfle en inspiration, la courbe diaphragmatique, si haute que soit l'am-

---

(1) La table du Dr Gagey convient très bien à cet effet.

plitude de ses oscillations, peut fort bien coexister avec une inactivité complète du diaphragme.

Non seulement la rétraction intensive de la paroi abdominale au moment de l'inspiration suscite l'abaissement énergique du diaphragme et l'ampliation costo-diaphragmatique consécutive, mais elle augmente encore l'expansion du thorax à tous ses niveaux.

Un sujet inspirant alternativement avec rétraction abdominale et sans rétraction, augmente l'amplitude de sa courbe costale supérieure de plus d'un tiers au moment de la rétraction, En même temps celle-ci restitue à toutes les courbes la régularité et l'isochronisme qui leur faisaient défaut.

Le même sujet fait une inspiration avec gonflement de la paroi abdominale jusqu'à la limite de son effort inspiratoire. Si, à cet instant limite, il rétracte sa paroi abdominale, les courbes thoraciques s'élèvent encore d'un cinquième au-dessus du niveau où elles étaient parvenues avant la rétraction.

Les physiologistes ([1]) ont montré que l'abaissement énergique du diaphragme entraînait un affaissement de la cage thoracique supérieure. Nous avons observé, au contraire, l'ampliation du haut du thorax sans doute due à l'antagonisme des muscles sterno-mastoïdiens. On se rend compte du rôle de ces muscles en augmentant leur action par l'extension de la tête. Un supplément d'élévation de la poignée du sternum résulte de cette manœuvre. L'extension de la tête exagère l'ampliation de la partie supérieure du thorax. Il suffit d'enregistrer simultanément l'élévation de la poignée du sternum et l'augmentation du périmètre costal supérieur, en ayant soin de recueillir les courbes en sens inverse, pour se rendre compte que si, sans extension, les points les plus rapprochés des deux courbes restent à près de 40^{mm} l'un de l'autre; avec extension, les courbes se croisent.

L'examen de la courbe sus-ombilicale présente le plus grand intérêt. Chaque oscillation de la courbe révèle deux mouvements successifs de resserrement adominal. Le premier mouvement se produit de $\frac{3}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de seconde avant le mouvement de descente diaphragmatique; le second mouvement correspond à l'expiration.

Conclusions. — Les physiologistes ([2]) ont établi que le diaphragme dans la respiration normale se crée à lui-même la résistance abdominale qui lui est nécessaire pour appuyer son action. Dans le mode de respiration que nous avons étudié, la paroi abdominale n'agit plus seulement secondaire-

---

([1]) Paul Bert, François Franck.

([2]) François Franck.

ment par son tonus et la tension intra-abdominale qui en résulte, mais elle agit primitivement par l'intervention spontanée et intensive de son système musculaire qui va au-devant du diaphragme pour provoquer énergiquement sa descente. On ne doit point considérer le gonflement de l'abdomen au moment de l'inspiration comme traduisant l'augmentation du champ respiratoire conquis par les poumons sur la cavité abdominale. Cette augmentation du champ respiratoire conquis par les poumons est singulièrement plus considérable si l'intervention énergique de la paroi abdominale vient donner au diaphragme le renfort que son point d'appui exige pour remplir tout l'effet du levier du troisième genre dont il est susceptible. Le temps qui sépare l'action musculaire abdominale de l'action musculaire diaphragmatique correspond bien à la phase de point d'appui qui prépare la phase de descente.

Pratiquement, cette notion de l'influence de la rétraction abdominale intensive sur la descente énergique du diaphragme nous a servi à transformer fonctionnellement, en moins de trois semaines, des hommes inaptes à supporter les fatigues du service. Le surcroît d'hématose qui a suivi cette gymnastique, exclusivement abdomino-diaphragmatique, a valu à nos sujets d'expérience une résistance nouvelle et inattendue qui a intéressé au plus haut point le commandement.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les diastases du lait.* Note de MM. **F. Bordas** et **F. Touplain**, présentée par M. d'Arsonval.

On différencie le lait cru du lait cuit en utilisant un certain nombre de réactions colorées produites par l'addition au lait de teinture de gaïac ou de certains dérivés phénoliques.

Ces colorations, d'après Dupouy, Raudintz, Gilleb, Barthel, pour ne citer que les principaux auteurs, sont dues à l'existence dans le lait de vache d'un principe capable de provoquer des réactions oxydantes, et il est admis actuellement que le lait de vache en particulier contient des catalases, des peroxydases, etc.

Dupouy, le premier, a fait remarquer que les colorations produites par le lait cru avec le gaïacol, comme avec la paraphénylène-diamine, sont dues à l'action d'une oxydase particulière que contient le lait et à laquelle il a donné le nom de *lactanacroxydase*.

Cette oxydase, qui se détruit comme les autres diastases à la température

de 80°, décompose l'eau oxygénée et met l'oxygène à un état moléculaire tel qu'il peut exercer une action immédiate sur les substances facilement oxydables, telles que le gaïacol et la paraphénylène-diamine (1).

Ayant, dans le cours de recherches que nous poursuivons sur un autre sujet, à nous appuyer sur ces réactions colorées, nous avons dû les étudier d'un peu plus près, et c'est le résultat de ces observations que nous faisons connaître.

Pour déceler la présence de ces ferments, certains auteurs, Arnold, Ostertag, etc., ont préconisé l'emploi de la teinture de gaïac; d'autres auteurs, Rubner, Breteau, Glage, etc., préfèrent utiliser la teinture de résine de gaïac, la teinture ammoniacale de résine de gaïac, etc.

On admet, depuis les nouvelles recherches de Storch, de Freemann, de Schæffer, qu'il est préférable de se servir de la paraphénylène-diamine en présence d'eau oxygénée, ce dernier réactif fraîchement préparé étant plus simple, plus fidèle et plus sensible que les réactifs au gaïac ou à l'iodure de potassium.

Nous n'examinerons pas pour le moment s'il existe réellement des catalases ou des peroxydases dans le lait; nous nous bornerons à prouver que les réactions basées sur la décomposition de l'eau oxygénée n'ont pas besoin, pour se produire dans le lait, de l'hypothèse de ces ferments.

Prenons un lait préalablement porté à 80°, lait qui ne donne pas de réaction colorée avec le réactif de Storch ou le réactif de Du Roi et Köhler; centrifugeons-le pendant 15 minutes. On obtient ainsi la crème à la partie supérieure et un dépôt au fond du tube. Faisons agir le réactif de Storch; on constate que :

1° La crème donne une réaction positive;

2° Le liquide décanté donne une réaction négative;

3° Le résidu broyé dans l'eau donne une réaction positive.

Il résulte donc que, suivant qu'on prend l'une ou l'autre des trois parties du lait, on obtient des résultats différents. Les résultats sont les mêmes avec des laits portés à 100° ou à 120°.

Si l'on extrait la caséine d'un lait cru, on obtient avec le réactif de Storch un abondant dégagement d'oxygène et une coloration bleue très intense. En répétant l'expérience avec de la caséine broyée dans de l'eau provenant de laits portés à 80°, 100° et 120°, les résultats sont identiques.

Filtrons sur une bougie Berkefeld du lait cru sous une pression de 6^{kg}, le liquide filtré ne donne pas la réaction; faisons maintenant bouillir la caséine d'un lait cru avec ce liquide filtré sans la malaxer, on n'obtient pas de décomposition de l'eau oxygénée et il ne se produit pas de coloration bleue.

---

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. XVII, 1903.

Prenons maintenant du lait bouilli additionné au préalable du réactif de Storch, mettons quelques fragments de pierre ponce, ou portons le tout à une douce température; la réaction se produit. C'est, en passant, un moyen de déceler la présence de l'eau oxygénée ajoutée au lait chauffé, ce qu'on ne pouvait faire jusqu'à présent.

De ces expériences il résulte que c'est la caséine ou plutôt le caséinate de chaux qui décompose l'eau oxygénée, et, si cette action ne se produit pas dans le lait bouilli, cela tient à ce que la caséine soluble de Duclaux se précipite sur la caséine en suspension, forme une sorte d'enduit qui empêche la décomposition de l'eau oxygénée et, par conséquent, la réaction colorée de Storch ou de Du Roi.

PHYSIOLOGIE. — *Innocuité relative de l'acide carbonique dans les couveuses artificielles.* Note ([1]) de M. **Lourdel.**

Expérimentant une nouvelle couveuse dans laquelle les œufs sont exposés au courant d'air chaud d'un calorifère, j'ai voulu me rendre compte de ce qui arriverait si, par suite d'un accident survenu à la tuyauterie pendant une incubation, les gaz de combustion souillaient plus ou moins l'air destiné normalement à passer seul.

J'ai, dans ce but, mis les choses au pire, et dirigé dans la chambre à œufs tous les gaz de combustion des brûleurs de Bunsen à gaz de houille qui servaient à chauffer mon petit calorifère; le papier bleu de tournesol plongé dans l'atmosphère de la couveuse prenait alors rapidement la teinte lie de vin. J'ai obtenu néanmoins 60 pour 100 d'éclosions sur les œufs reconnus bons au mirage le dixième jour; les œufs qui restaient étaient atteint de pourriture, ce qui provenait évidemment de l'excès de vapeur d'eau dégagée par le gaz en brûlant : l'acide carbonique, par contre, ne me parut avoir commis aucun méfait.

Cette première expérience, en même temps qu'elle me rassurait sur les conséquences d'un léger dérangement du calorifère, me fit penser que les aviculteurs s'exagéraient la nocivité de l'acide carbonique; aussi, je résolus de ne pas m'en tenir là et de faire une nouvelle incubation à l'acétylène dans les mêmes conditions.

A production égale de chaleur, ce gaz, on le sait, dégage plus d'acide carbonique et moins de vapeur d'eau que le gaz de houille. Malheureusement, les brûleurs de Bunsen à acétylène ne marchent bien qu'à pleine flamme : ils s'éteignent ou brûlent à l'intérieur, quand on les branche sur un régulateur de température; force me fut donc

---

([1]) Reçue dans la séance du 5 avril 1909.

d'employer des becs éclairants ordinaires qui n'assurent qu'une combustion incomplète, et ceci déjà pouvait nuire aux embryons. En outre, un accident survint en cours d'incubation; le treizième jour, une buée blanchâtre envahit la pièce où fonctionnait la couveuse, et je n'y portai remède que 5 jours après, lorsque je me rendis compte de son origine bien simple, l'épuisement de la substance épuratrice de l'acétylène.

Malgré tout, j'obtins 71 pour 100 d'éclosions sur les œufs reconnus bons au mirage le dixième jour, et, cette fois, pas d'œufs pourris : les œufs qui restaient contenaient, pour la plupart, des poussins morts pendant les derniers jours de l'incubation. Les nouveau-nés, à la vérité, me semblèrent un peu moins vifs que ceux venus dans l'air pur : leur éducation cependant ne présenta pas de difficulté.

Ces deux expériences montrent combien se trompent les fabricants de couveuses et les aviculteurs qui, attribuant trop exclusivement la mortalité en coquille à l'acide carbonique dégagé par les embryons, cherchent à évacuer ce gaz en tablant sur sa densité. Ce dont il faut se préoccuper plutôt, ce sont des poisons volatils exhalés par les embryons en même temps que l'acide carbonique, poisons que nous ne savons pas déceler et encore moins mesurer, et que nous pouvons tout au plus supposer émis en quantité proportionnelle au gaz carbonique. Quant à celui-ci, il n'a par lui-même qu'une nocivité très faible.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les inégalités du potentiel électrique en divers points de l'organisme.* Note de MM. **J. Audrain** et **R. Demerliac**, présentée par M. E. Bouty.

Deux points symétriques du corps humain ne sont pas forcément au même potentiel dans un organisme sain; nous l'avons observé d'une façon absolument générale au moyen de l'électromètre capillaire.

Les contacts étaient établis sur la peau au moyen de petits tampons formés par les bouts de mèches de coton hydrophile introduites dans des tubes de verre ou de caoutchouc. Ces tubes formaient siphons et se trouvaient remplis de la solution physiologique de sel marin; ils plongeaient par leur extrémité effilée dans un tube plein de la même solution et communiquant par sa base avec un autre tube, contenant la solution de sulfate de zinc pur de même densité que la solution physiologique.

On réalisait ainsi des électrodes impolarisables qui pouvaient se maintenir plusieurs jours sans introduire de force électromotrice appréciable dans le circuit; la vérification était facile en réunissant les tampons de coton directement; il n'y avait pas de déplacement de la colonne mercurielle.

L'organisme étant à l'état physiologique, si les tampons sont saisis à droite et à gauche entre le pouce et un autre doigt de la main sans contraction, la main droite paraît être à un potentiel plus élevé que la gauche.

La différence observée est un peu variable avec l'individu, l'heure de la journée, l'état de la digestion, la surexcitation nerveuse; elle est en moyenne de $0^{\text{volt}},01$, mais elle peut atteindre $0^{\text{volt}},03$ et descendre à $0^{\text{volt}},005$.

Nous avons observé les mêmes phénomènes en prenant deux points symétriques des bras. La différence de potentiel a lieu dans le même sens quelle que soit la place choisie, mais elle semble diminuer un peu à mesure que s'éloignant de la main on se rapproche de l'épaule.

Si les tampons sont appliqués l'un sur la face interne de l'avant-bras, l'autre sur la face externe, cette dernière paraît être négative par rapport à la première.

Une contraction faite d'un seul côté augmente considérablement la différence de potentiel, qui peut atteindre $0^{\text{volt}},05$, la main droite restant toujours positive. La polarité conserve son signe, mais s'accentue.

Dans l'état de résolution musculaire le sens de la différence de potentiel peut changer, c'est-à-dire que la main droite semble négative par rapport à la gauche; mais, si l'organisme est sain, une forte contraction faite d'un seul côté donne aux deux mains leur polarité normale; l'effet de cette contraction est en général passager. Il n'en est plus de même si l'on soumet le sujet à l'action des courants alternatifs à haute fréquence; 5 à 10 minutes de passage dans le grand solénoïde suffisent pour faire cesser l'inversion des polarités et l'effet est durable. Une effluvation généralisée à l'aide du résonnateur Oudin paraît être moins active que l'autoconduction; mais la d'Arsonvalisation tend d'une manière générale à ramener la différence de potentiel au sens normal, tout en diminuant sa valeur.

La grandeur de la différence de potentiel mesurée pour un même sujet est peu influencée par la fatigue musculaire, mais elle l'est fortement par les troubles dyspeptiques, la fatigue nerveuse, les excitants (tabac, alcool).

Enfin, dans les cas pathologiques, le sens, la grandeur de la différence de potentiel subissent des changements considérables.

MÉDECINE. — *La congestion passive du foie et l'hypertension artérielle.* Note de MM. E. **Doumer** et G. **Lemoine**, présentée par M. d'Arsonval.

Parmi les malades qui présentent de l'hypertension artérielle il en est un certain nombre dont le foie est hypertrophié. C'est là un fait bien connu qu'on explique par une action directe des causes de l'hypertension et de l'artériosclérose sur la glande hépatique elle-même. Nous avons rencontré quelques malades hypertendus chez qui le volume du foie semblait être lié à l'hypertension et dépendre uniquement d'elle. Chez ces malades, en effet, l'hypertrophie du foie diminuait à mesure que, sous l'influence de la d'Ar-

sonvalisation, la tension artérielle diminuait elle-même et disparaissait complètement lorsque la tension était redevenue normale. Voici les faits que nous avons observés.

Observation I. — M. V..., 52 ans, que l'un de nous soigne depuis plus de 10 ans pour des troubles divers dus à l'artériosclérose, présente une aorte dilatée, un pouls tendu, *un foie volumineux* et des reins parfois insuffisants. Il y a un an il eut un petit ictus congestif qui provoqua de l'hémiparésie droite et une légère aphasie. Des émissions sanguines répétées en eurent raison, mais les phénomènes congestifs auxquels il était sujet nécessitaient une hygiène sévère et des purgatifs répétés. Malgré ces soins *le foie restait gros* et l'état général du malade peu satisfaisant. Nous le vîmes, le 10 décembre 1908, à la suite d'un nouveau léger ictus. Tension 24 P., visage rouge et congestionné, les bruits du cœur fortement frappés, surtout ceux de l'aorte; urines peu abondantes sans albumine, *foie très hypertrophié* et *dépassant les fausses côtes de trois travers de doigt, sensible à la pression, son exploration prolongée provoquait des nausées*. Cet état de la glande hépatique qui dure, avec des variations, depuis plus de 10 ans, nous avait d'abord fait penser à une altération primitive de cet organe. On lui fait ce jour-là une séance de d'Arsonvalisation de 6 minutes avec un champ de 0,295 U. M. P.; on en fait une seconde le lendemain dans les mêmes conditions.

La tension tombe à 16 P.; le foie *ne déborde plus que d'un travers de doigt et n'est plus sensible à la pression*. Le 11 janvier 1909, la tension est restée sensiblement au même point (17 P.), le foie ne *déborde plus du tout les fausses côtes et sa zone de matité est normale*. De plus, tous les phénomènes congestifs ont complètement disparu. La guérison s'était maintenue parfaite à la fin de mars 1909.

Observation II. — M. Ann., 54 ans, vu pour la première fois en octobre 1908 pour de l'œdème pulmonaire dû à de l'artériosclérose. Cœur gras, battements irréguliers, pouls mou, *foie très gros,* urines rares. Un régime très sévère améliore considérablement son état, mais il éprouve encore des battements de cœur, des battements dans les oreilles; état pléthorique très accusé, urines toujours rares, visage vultueux, tension 32 P. et 108 pulsations; *foie toujours très gros; il remonte au troisième espace intercostal et déborde les fausses côtes de quatre travers de doigt.*

On fait quatre séances de d'Arsonvalisation en janvier et février 1909, avec champ de 0,305 U. M. P. Le 5 février la tension est tombée à 17 P. et le pouls à 76; tous les malaises ont disparu; *le foie ne déborde plus que de deux travers de doigt et le lobe gauche, en particulier, s'est beaucoup rétracté. Par en haut la matité ne dépasse pas la sixième côte.*

Observation III. — M. d'Ar..., 42 ans, a habité le Gabon où il a eu de l'impaludisme. Le 6 janvier 1909 il vient nous voir pour des malaises généraux (battements artériels précipités, réveils en sursaut avec gêne précordiale, bouffées congestives à la face, mictions fréquentes la nuit, lourdeur de tête, etc.). Tension 26 P., bruits du cœur lourdement frappés, aorte volumineuse, temporales sinueuses, dyspnée légère à la marche et après les repas. *Le foie déborde de deux travers de doigt, le lobe gauche déborde largement jusqu'à la ligne médiane.*

Après trois séances de d'Arsonvalisation de 6 minutes et avec champ de 0,305 U. M. P., la tension tombe à 16,5 P.; *le foie déborde à peine les fausses côtes; le lobe gauche*

s'est considérablement rétracté. En haut la matité s'arrête comme avant le traitement à la sixième côte.

Observation IV. — M. Seg..., 71 ans, se plaint d'avoir, depuis plusieurs années, la tête lourde, de la rougeur de la face, de l'engourdissement des pieds; parfois vertiges et somnolence. Le 23 décembre 1908, *le foie déborde d'un travers de doigt, la matité hépatique atteint le mamelon.* Tension 21 P. Après huit séances de d'Arsonvalisation avec champ de 0,295 à 0,320 U. M. P., tous les symptômes congestifs ont disparu; la tension est tombée à 15,5 P.; *foie presque plus débordant par en bas* mais remonte toujours jusqu'au mamelon.

Évidemment il ne s'agissait dans aucun de ces cas d'affections primitives du foie. La disparition en général si rapide et si complète de l'hypertrophie de cet organe accompagnant le retour si rapide et si complet de la tension artérielle à la normale, sous l'influence de la médication hypotensive de M. Montier, ne peut guère s'expliquer que si l'on admet une corrélation très étroite entre l'hypertension et l'augmentation du volume du foie. On n'aurait eu à faire, dans ces cas, qu'à une hyperhémie de cet organe causée par la gêne de la circulation générale et entretenue par elle. On peut se demander si beaucoup des congestions hépatiques que l'on constate chez des hypertendus n'ont pas la même cause et ne sont pas justiciables de la même thérapeutique.

ZOOLOGIE. — *Sur les Hydroïdes de la collection Lamouroux.* Note de M. **Armand Billard**, présentée par M. E. Perrier.

Dans cette Note j'indiquerai la synonymie des espèces de Lamouroux, que la priorité soit acquise ou non aux noms créés par cet auteur ([1]). Je m'occuperai seulement des espèces douteuses ou indéterminées que j'ai pu retrouver.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma reconnaissance à M. le Professeur Lignier, de la Faculté de Caen, qui m'a accordé toute facilité pour étudier la collection Lamou-

([1]) Ces espèces sont décrites dans les trois Mémoires suivants : *Histoire des Polypiers coralligènes flexibles* (1816); *Exposition méthodique de l'ordre des Polypiers* (1821); *Description des Polypiers flexibles* (1824), *in :* Quoy et Gaymard, *Voyage autour du monde exécuté sur les corvettes l'*Uranie *et la* Physicienne, etc. Dans le cours de cette Note les espèces appartenant à l'un ou à l'autre de ces Mémoires seront indiquées par les dates correspondantes.

roux dont il a la charge; je remercie aussi le Conservateur des Collections, M. Lortet, qui a facilité mes recherches.

L'*Aglaophenia flexuosa* Lamx. (1816) correspond au *Thecocarpus Giardi* Billard et prendra le nom de *T. flexuosus* (Lamx.); l'*A. spicata* Lamx. (1816) est identique au *Lytocarpus secundus* (Kchp.); mais comme je l'ai indiqué précédemment cette forme n'est autre que le *Sertularia pennaria* Linné et doit alors porter le nom de *L. pennarius* (L.). L'*A. crucialis* Lamx. (1816) n'est pas identique au *Plumularia brachiata* Lamk., comme on l'admettait jusqu'alors, la forme qui correspond à l'espèce de Lamouroux a été décrite plus tard par Bale, sous le nom d'*A. macrocarpa*, nom qui doit tomber en synonymie; il est donc nécessaire de rétablir l'espèce lamarckienne, *Pl. brachiata*, sous le nom de *Thecocarpus brachiatus* qui est semblable, comme je l'ai signalé ailleurs, à l'*A. carinata* Bale.

L'état de conservation de l'*A. pelagica* Lamx. (1816) ne permet pas d'en voir les caractères d'une façon nette. Cependant il paraît très probable qu'il s'agit là de l'*A. latecarinata* Allm. L'*A. glutinosa* Lamx. (1816) ne diffère pas de l'*Heteroplon pluma* Allm. qui tombe en synonymie et cette forme doit porter le nom de *Plumularia glutinosa* (Lamx.); elle n'a pas, en effet, les caractères du genre *Aglaophenia* et le genre *Heteroplon* n'est pas pour moi justifié. L'*A. gracilis* Lamx. (1816) est vraisemblablement identique à *Antennularia ramosa* Lamk., les articles des hydroclades sont, en effet, semblables à ceux de cette espèce, mais les dactylothèques sont tombées; quant à l'*A. amathioides* Lamx. (1816), il s'agit de jeunes colonies de l'*Hydrallmania falcata* (L.).

Le *Dynamena sertularioides* Lamx. (1816) paraît identique à l'espèce qu'il décrivit plus tard sous le nom de *Sertularia tubiformis* Lamx. (1821). Le *D. barbata* Lamx. (1816) appartient aux Bryozoaires, c'est le *Dimetopia spicata* Busk, comme me l'a indiqué M. le Professeur S.-F. Harmer, Directeur du British Museum, que je remercie d'avoir bien voulu me déterminer cette espèce; à mon avis on doit maintenant nommer cette forme *Dimetopia barbata* Lamx. qui a la priorité. Le *Dynamena obliqua* Lamx. (1816) ne diffère en rien du *Pasythea quadridentata* Ell. et Sol., mais correspond à la variété que j'ai appelée *P. q. Balei*. Le *D. turbinata* Lamx. (1816) est identique au *Sertularia loculosa* Busk typique qui doit alors tomber en synonymie; quant au *D. divergens* Lamx. (1816), il est semblable au *Sertularia bicuspidata* Lamk. et je lui conserverai ce dernier nom.

Le *Sertularia tridentata* Lamx. (1816) par ses caractères n'est autre que le *Sertularella lata* (Bale); cette forme doit donc s'appeler dorénavant *Sertu-*

larella tridentata (Lamx.). Le *S. dentata* Lamx. (1816) montre les caractères du *Thuiaria cupressina* et il s'agit pour moi d'un fragment de colonie ou d'une jeune colonie de cette espèce; il en est de même du *S. splendens* Lamx. (1816). Le *S. scandens* Lamx. ne diffère du *S. elongata* Lamx. (1816) que par la taille plus petite, on a affaire à de jeunes colonies de cette espèce bien connue. Le *S. rigida* Lamx. (1816) est une espèce bien particulière dont je donnerai plus tard une figure. Les caractères du *S. distans* Lamx. (1816) sont les mêmes que ceux du *Sertularella laxa* Allm. et *S. mediterranea* Hartl. et à cette forme doit être maintenant réservé le nom de *Sertularella distans* (Lamx.). Enfin le *Sertularia arbuscula* Lamx. (1816) possède les mêmes caractères que le *Sertularella arborea* Kchp. et le nom de *Sertularella arbuscula* (Lamx.) doit être substitué à ce dernier.

Je crois pouvoir identifier le *Laomedea simplex* Lamx. (1816) avec le *Campanularia tridentata* Bale, qui prendra alors le nom de *Thyroscyphus simplex*. Le *Salacia tetracythara* Lamx. (1816) est semblable au *Thuiaria fenestrata;* le nom de *Thuiaria tetracythara* a donc la priorité.

Le *Cymodocea ramosa* Lamx. (1816) n'est autre que l'*Antennularia antennina* (L.); l'échantillon étiqueté *C. simplex* est aussi vraisemblablement *A. antennina,* mais il n'est pas sûrement le type. Le *C. annulata* est indéterminable; il s'agit de la base de tiges d'Antennulaires, selon toute probabilité. J'ai trouvé une espèce étiquetée par Lamouroux *Cymodocea capillamentosa* et qui doit être le *C. comata* décrit par cet auteur (1821); il s'agit d'un rameau d'*Antennularia ramosa* Lamk. sur lequel sont fixées des colonies de *Plumularia setacea*.

Le *Lafoea cornuta* Lamx. (1821) possède tous les caractères du *L. dumosa* Flemg. et doit tomber en synonymie.

Le *Plumularia Gaymardi* Lamx (1824) est en assez mauvais état; cependant il laisse reconnaître, outre la dactylothèque médiane inférieure, deux dactylothèques latérales; les articles intermédiaires portent aussi une dactylothèque qui est le plus souvent tombée, aussi suis-je porté à penser qu'il s'agit d'une variété de *P. setacea* à articles courts et trapus.

Avec ce qui reste du *Dynamena brevicella* Lamx. (1824), on peut reconnaître le *Sertularia operculata* L.; pour le *Sertularella unilateralis* (Lamx.) (1824), j'ajouterai que les hydrothèques sont à trois dents et qu'il y a trois épaississements internes correspondant à l'intervalle des dents.

La figure du *Thuiaria crisioides* (Lamx.) (1824) donnée par l'auteur est conforme au type, mais les articles sont plus marqués. La hauteur des hydrothèques est de 525^{μ} et leur largeur 140^{μ}-175^{μ}.

MÉTÉOROLOGIE. — *Orage sur mer.* Note de M. le commandant **Halluitte**, présentée par M. J. Violle.

Dans la nuit du 17 au 18 février 1909, le quatre-mâts *Ville-du-Havre*, par 33° de latitude Sud et 38° de longitude Ouest environ, éprouva un coup de vent du Nord au Nord-Ouest, accompagné d'un des orages les plus formidables que j'aie vus.

Les éclairs, qui ont *commencé à* 7^h *du soir et qui ont duré de façon continue jusqu'à minuit,* étaient terrifiants. Les pommes des mâts flambaient comme des cierges allumés, des flammes se promenaient sur les manœuvres, et, chose très curieuse, la chambre de veille, qui avait été peinte en gris 2 jours auparavant, devenait lumineuse pendant plusieurs secondes après certains éclairs.

J'ai cru d'abord que ce n'était là qu'un effet de l'impression produite sur l'œil par l'éclair; mais, m'étant mis bien à l'abri des éclairs, j'ai pu constater le phénomène plusieurs fois encore.

Les décharges électriques étaient très rapprochées, et les éclairs, au lieu de serpenter en zigzag, comme on le voit le plus ordinairement, *avaient la forme de bolides qui s'épanouissaient en envoyant des rayons de tous côtés, ou plutôt de bombes qui éclataient en éclairant tout le ciel.*

Vivement impressionnés au début, nous nous habituâmes peu à peu à cette déflagration presque continuelle.

La pluie, pendant tout l'orage, n'a pas cessé une minute. Des rafales très violentes précédaient ou suivaient les éclairs les plus puissants.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. T.